

**ANALISA PEMILIHAN SUPPLIER BERBASIS  
KRITERIA GREEN PROCUREMENT  
MENGUNAKAN METODE ANALYTICAL  
NETWORK PROCESS, TAGUCHI LOSS FUNCTION  
DAN MULTI-CHOICE GOAL PROGRAMMING  
(PADA PT PETROKIMIA GRESIK)**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada**

**Program Studi S-1 Jurusan Teknik Industri  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Oleh :**

**Ali Murtadlo  
NRP 2507 100 701**

**Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :**

**Prof. Ir. Suparno, MSIE, PhD**

**.....(Pembimbing)**



**Nama Mahasiswa** : ALI MURTADLO  
**NRP** : 2507 100 701  
**Jurusan** : Teknik Industri FTI - ITS  
**Dosen Pembimbing** : Prof. Ir. Suparno, MSIE. Ph.D

## **ABSTRAK**

Globalisasi industri dan kepedulian konsumen terhadap lingkungan hidup yang semakin meningkat serta berwawasan lingkungan memaksa industri melakukan penyesuaian dengan konsep *green industries* termasuk dalam kegiatan *supply chain management* dan *procurement* salah satunya pemilihan *supplier*. Pendekatan baru pemilihan *supplier* tidak hanya menuntut kriteria kualitas, *delivey time*, harga dan pelayanan namun sudah mulai mempertimbangkan faktor lingkungan khususnya untuk indutri dengan resiko gangguan lingkungan tinggi. PT Petrokimia Gresik sebagai perusahaan pupuk kimia nasional yang berhubungan dengan berbagai material dan bahan baku kimia dengan berbagai tingkat resiko lingkungan sehingga penerapan konsep *green procurement* perlu dipertimbangkan.

Proses pemilihan *supplier* digunakan integrasi *analytical network process* (ANP), pendekatan kualiatas *taguchi loss function* dan *multi-choice goal programming* (MCGP). pembobotan subkriteria demgan ANP diperoleh rangking pembobotan terbesar antara lain kapasitas produksi, *green process*, dan kesesuaian MSDS. *Taguchi loss function* mengidentifikasi fungsi kerugian secara finansial pada subkriteria harga penawaran, kesesuaian MSDS dan ketepatan waktu pengiriman. Diperoleh ranking prioritas *supplier* untuk material kapur aktif CAO 70% antara lain Melirang MW, K3PG kemudian Sawunggaling

**Kata Kunci** : *Supplier selection, Green procurement, ANP, Taguchi loss Function, MCGP*

**Nama Mahasiswa** : ALI MURTADLO  
**NRP** : 2507 100 701  
**Jurusan** : Teknik Industri FTI - ITS  
**Dosen Pembimbing** : Prof. Ir. Suparno, MSIE. Ph.D

## ***ABSTRACT***

*Globalization of industry and consumers concern to the environment issues forced industries to make adjustments to the green industries concept included the activities of supply chain management and procurement like supplier selection. The new approach not only requires supplier selection criteria for quality, delivery time, price and service but also have started to consider environmental factors, especially for the industry that have high risk of environmental disturbance. PT Petrokimia Gresik as the national chemical fertilizer company associated with variety of materials and chemical raw materials with different levels of risk environments so that application of the green procurement concept needs to be considered.*

*In this research supplier selection used integrated analytical network process (ANP), taguchi loss function and multi-choice goal programming (MCGP). subcriteria weighting with ANP obtained rankings of the largest weight are production capacity, green process and suitability of MSDS. Taguchi loss function identify the functions of financial losses at price, the suitability of MSDS and on time deliver subcriteria. Retrieved ranking priority of CAO 70% active lime suppliers are Melirang MW, K3PG then Sawunggaling*

***Key word : Supplier selection, Green procurement, ANP, Taguchi loss Function, MCGP***

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria <i>supplier</i> tradisional (Lee et al., 2009) .....	18
Tabel 2.2 Kriteria <i>supplier</i> berbasis <i>green procurement</i> (Lee et all., 2009).....	21
Tabel 2.3 Skala <i>pairwise comparison</i> (Saaty, 2003) .....	25
Tabel 2.4 Nilai RI berdasarkan N (Saaty, 2003).....	27
Tabel 4.1 Kriteria dan subkriteria <i>green procurement</i> .....	46
Tabel 4.2 Hubungan antar subkriteria .....	51
Tabel 4.3 Skala <i>pairwise comparison</i> .....	54
Tabel 4.4 Kuesioner Perbandingan Kriteria (with respect to : goal) .....	54
Tabel 4.5 Perbandingan Subkriteria (with respect to : C2 Teknologi pengolahan limbah) .....	55
Tabel 4.6 Perbandingan Subkriteria ( <i>with respect to</i> : F1 Kapasitas produksi) .....	55
Tabel 4.7 Perbandingan Alternatif (with respect to : C2 Teknologi pengolahan limbah) .....	56
Tabel 4.8 Perbandingan Alternatif (with respect to : F1 Kapasitas produksi) .....	56
Tabel 4.9 <i>Matrix</i> individu tiga responden untuk E1 reputasi <i>supplier</i> .....	58
Tabel 4.10 <i>Matrix</i> gabungan E1 reputasi <i>supplier</i> .....	59
Tabel 4.11 Harga penawaran tiap <i>supplier</i> .....	63
Tabel 4.12 Kapasitas produksi tiap <i>supplier</i> .....	63
Tabel 4.13 Rata rata kandungan CAO tiap <i>supplier</i> .....	64

Tabel 4.14 <i>Leadtime</i> tiap <i>supplier</i> .....	65
Tabel 4.15 Performansi <i>Green process supplier</i> .....	66
Tabel 4.16 Teknologi pengolahan limbah <i>supplier</i> .....	66
Tabel 4.17 Performansi finansial <i>supplier</i> .....	66
Tabel 4.18 Performansi sumber daya organisasi <i>supplier</i> .....	66
Tabel 4.19 Performansi <i>Quality Assurance supplier</i> .....	67
Tabel 4.20 Performansi <i>Flexibility supplier</i> .....	67
Tabel 4.21 Performansi reputasi <i>supplier</i> .....	67
Tabel 4.22 Koefisien kerugian (penalti) subkriteria .....	68
Tabel 4.23 Nilai <i>Taguchi loss</i> .....	69
Tabel 4.24 Bobot subkriteria hasil ANP .....	71
Tabel 4.25 Fungsi tujuan masing-masing subkriteria dalam MCGP .....	71
Tabel 4.26 Fungsi pembatas masing-masing subkeiteria dalam MCGP .....	73
Tabel 5.1 Kriteria dan subkriteria valid <i>green procurement</i> .....	78
Tabel 5.2 Prioritas alternatif <i>supplier</i> terbaik menggunakan integrasi bobot subkriteria ANP, <i>Taguchi loss</i> <i>function</i> dan MCGP .....	85

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1    *Green Supply Chain Management and Procurement***

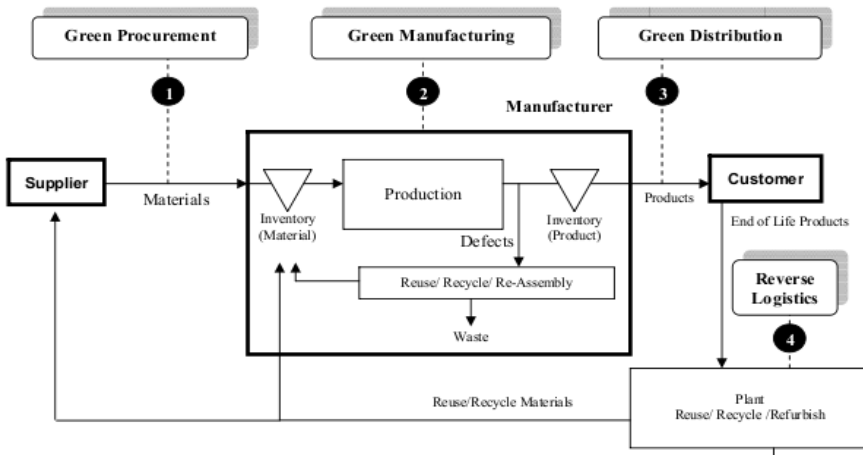
*Supply chain management* adalah prinsip management yang mengkoordinasikan suatu jaringan aktifitas yang kompleks, dimulai dengan arus bahan baku dan material hingga pengiriman produk akhir kepada end user atau konsumen, sehingga kegiatan *supply chain* mempunyai lingkup yang agregat, mulai dari pengadaan barang (*procurement*), manufaktur hingga distribusi kepada pelanggan (Chen, 2010). *Supply chain management* digambarkan sebagai sebuah *network* atau jaringan bercabang banyak yang menghubungkan berbagai pihak diantaranya *vendor* atau *supplier*, industri atau *manufactures*, *distribution centre*, *retail outlet* dan *customer*.

Konsep *supply chain management* terus berkembang seiring perkembangan industri. Pada awal abad 21 lingkungan hidup menjadi isu yang banyak dibicarakan. Kampanye hemat energi, pengurangan emisi gas di udara, teknologi *hybrid*, efek rumah kaca hingga pencemaran lingkungan menjadi sorotan masyarakat global. Konsumen juga semakin sadar terhadap keamanan dan kesehatan produk yang mereka gunakan. Menurut Dean (1999) konsep perlindungan lingkungan hidup mulai diinisiasi oleh industri Amerika, dan disana konsep ramah lingkungan menjadi aspek penting pengambilan keputusan dalam bisnis proses perusahaan, termasuk dalam *supply chain management* dan *procurement*.

Pemerintah maupun lembaga-lembaga Internasional juga mulai merumuskan regulasi perlindungan lingkungan. Uni Eropa mengeluarkan tiga konsep *Sustainable Industries* khususnya untuk industri manufaktur antara lain *Waste Electrical and Electronic Equipment* (WEEE), *Restriction of Hazardous Substances* (RoHS) dan *Eco-Design Requirements for Energy Using Products* (EUP) (Lee et al., 2009). Menurut Lee et al.

*green supply chain management* bertujuan untuk mengurangi substansi cemaran berbahaya dan mengurangi *waste* dan pemborosan energi. Selain itu standar internasional ISO 14001 untuk perlindungan lingkungan hidup juga mulai digalakkan pada beberapa industri industri besar seperti Dell, HP, IBM, Motorola, Sony, Panasonic, dan Toshiba (Sarkis dan Zhu, 2006). Kondisi tersebut memaksa industri manufaktur terus berimprovasi menjalankan bisnis proses yang *sustainable* terhadap lingkungan hidup termasuk dalam kegiatan *supply chain management*. Industri dituntut terus berinovasi dan merumuskan strategi “*win-win solutions*” yang mampu memperoleh pencapaian *profit* dan *market* yang memuaskan tanpa harus memberikan ancaman terhadap ekologi dan lingkungan hidup.

Ninlawan et al. (2010) melihat bahwa penambahan kata “*green*” pada *supply chain management* akan membangun perspektif baru tentang konsep baru *green procurement*, *green manufacturing*, *green distribution* dan *reverse logistics*. *Green supply chain management (GSCM)* membangun suatu ide untuk mengurangi dan meminimalisasi *waste* atau pemborosan dalam bentuk emisi energi, bahan kimia berbahaya maupun *solid waste* yang terjadi selama proses bisnis *supply chain management*. Perspektif GSCM tersebut digambarkan pada gambar 2.1



Gambar 2.1 *Green supply chain management frame work*  
(Ninlawan et al., 2010)

*Green procurement* merupakan bagian dari GSCM yang melakukan aktifitas pengadaan material dan bahan baku yang berwawasan lingkungan hidup, material yang dipilih harus memenuhi standar keamanan yang ditetapkan industri bersangkutan (Ninlawan et al., 2010). Menurut Ninlawan et al. (2010) *green procurement* dapat terealisasi jika pengadaan material dilakukan kepada “*green supplier*” yang telah memenuhi standar kualitas lingkungan dan lulus audit terhadap regulasi lingkungan hidup seperti ISO14000 atau OHSAS18000.

Penerapan *green procurement* diharapkan risiko ancaman lingkungan yang terbawa oleh material dan bahan baku dari *supplier* dapat diminimalisir. Konsep *green procurement* saling berbagi tanggung jawab dan kesadaran akan pentingnya meminimalkan ancaman lingkungan hidup demi keseimbangan antar industri dan lingkungan.

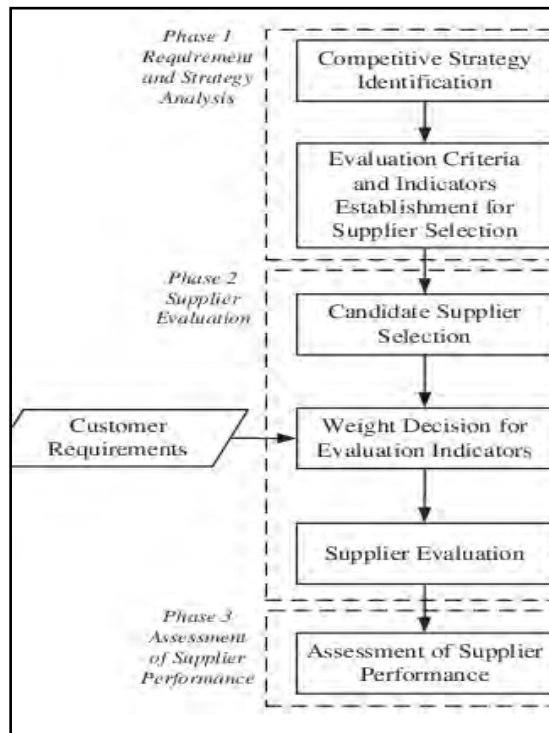


## 2.2 *Supplier Selection*

*Supplier* merupakan industri atau vendor yang menyediakan material dan bahan baku, komponen atau pelayanan yang tidak dapat disediakan oleh industri manufaktur (Chen, 2010). Dalam konteks *supply chain management* dan *procurement*, *supplier* menjadi hal yang vital karena pemilihan *supplier* yang tepat akan memberikan kualitas dan kuantitas yang tepat pula pada industri terkait. Begitu juga pada kasus *green procurement*, memilih *supplier* yang *sustain* terhadap lingkungan, akan mempengaruhi performansi lingkungan hidup suatu industri.

*Supplier* dipilih melalui proses yang kompleks dengan mempertimbangkan banyak kriteria. Hal ini disebabkan kriteria performansi *supplier* berusaha untuk memenuhi semua keinginan industri, seperti dalam pemilihan *supplier* tradisional yang mempertimbangkan beberapa kriteria seperti *cost*, *delivery time*, *quality*, dan *service* (Lee et al., 2009). Semakin banyak kriteria yang diinginkan perusahaan untuk dipenuhi *supplier* membuat masalah ini semakin kompleks, oleh karena itu diperlukan suatu teknik pengambilan keputusan dalam pemilihan *supplier*.

Chen (2010) Dalam jurnal ilmiahnya memberikan pendekatan terstruktur dalam melakukan pemilihan *supplier* seperti gambar 2.2 yang dimulai dengan identifikasi *competitive strategy*, mengevaluasi kriteria terhadap performansi *supplier*, menetapkan kandidat *supplier* alternatif, pembobotan terhadap kriteria pemilihan, melakukan evaluasi *supplier* dan pengujian performansi *supplier*.



Gambar 2.2 Tahapan pemilihan *supplier* (Chen, 2010)

Berikut penjelasan masing-masing tahapan pemilihan *supplier* menurut Chen (2010) yang ditampilkan pada gambar 2.2 diatas :

a. Identifikasi strategi kompetitif

Strategi *enterprise* adalah sebuah rencana yang berkembang melalui proses suatu perusahaan menganalisa kekuatan dan kelemahan organisasi internalnya, serta ancaman lingkungan eksternal dan peluang. Dalam lingkungan kompetisi yang dinamis, jika perusahaan ingin mempertahankan kekuatan kompetitif maka harus mengembangkan hubungan *supplier* pada

tingkat strategis daripada hanya berfokus pada produk dan harga. Menurut sudut pandang *supply chain management*, perusahaan juga harus mempertimbangkan tujuan pembentukan kekuatan kompetitif dan mengembangkan hubungan jangka panjang, sedangkan perencanaan strategi perusahaan. Akibatnya strategi kompetitif perusahaan dan strategi *supply chain* berpengaruh penting pada pemilihan *supplier*.

b. Menentukan kriteria dan indikator evaluasi

Berdasarkan analisis usaha strategis di atas, faktor-faktor kunci keberhasilan yang mempengaruhi kekuatan kompetitif perusahaan digunakan sebagai indikator dasar pemilihan *supplier* dan indikator yang kemudian dikategorikan ke dalam kriteria yang berbeda untuk membentuk suatu kerangka evaluasi untuk pemilihan *supplier*.

Menurut kemudahan penerapan kriteria evaluasi dan kerangka indikator serta ekstensi untuk meningkatkan kriteria baru di masa depan, kriteria pemilihan *supplier* dibedakan menjadi dua faktor utama, yaitu *competitive factor* dan *organization factor*. Kriteria yang berkaitan dengan *competitive factor* yaitu kualitas produk, faktor biaya, waktu pengiriman dan layanan, sedangkan kriteria yang terkait dengan *organization factor* yaitu kemampuan teknis dan produksi, kondisi keuangan *supplier* dan manajemen organisasi.

c. Menetapkan kandidat *supplier*

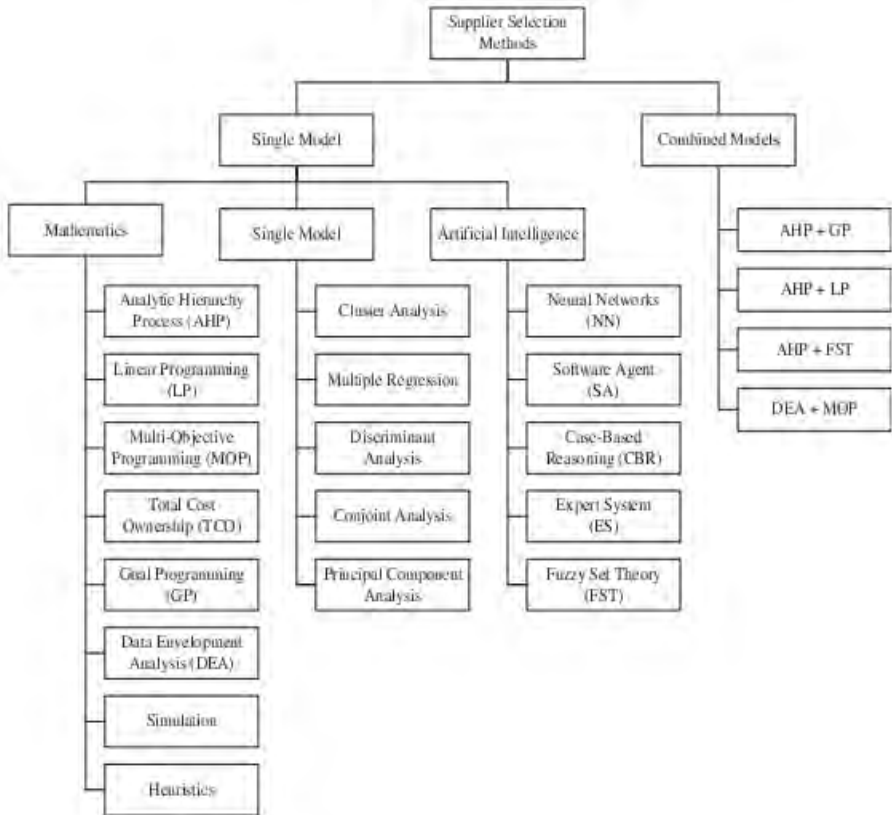
Tahapan selanjutnya dipilih beberapa calon *supplier* potensial yang dianggap sesuai secara administratif sebagai *supplier* alternatif perusahaan. Chen (2010) merekomendasikan penerapan DEA (*data envelopment analysis*) untuk seleksi awal *supplier*. Parameter yang digunakan pada umumnya masih umum sebatas kapasitas dan jarak antar *supplier* dan perusahaan.

d. Penetapan *weight* pada kriteria pemilihan

Setelah *kriteria-kriteria* pemilihan supplier dirumuskan, kriteria tersebut ditentukan tingkat kepentingan (*weight*) masing-masing yang menjadi pertimbangan *trade off* dalam penentuan *supplier* alternatif. Chen (2010) menggunakan teori *fuzzy* untuk menentukan kekuatan preferensi konsumen dalam hubungannya dengan setiap kriteria untuk menghitung bobot indikator evaluasi *supplier*. Peneliti lainnya menggunakan pendekatan AHP dan ANP untuk melakukan pembobotan *weight*.

e. Pengambilan keputusan Pemilihan *Supplier*

*Multi criteria decision making* (MCDM) adalah suatu metode pengambilan keputusan untuk mengidentifikasi solusi *non inferior* atau mengatur urutan prioritas berdasarkan penilaian beberapa kriteria dan preferensi pengambil keputusan. Sudah banyak model pengambilan keputusan yang dikembangkan dengan berbagai macam kriteria keputusan baik dengan model dan pendekatan matematis maupun artificial intelegent, baik metode *single* hingga integrasi beberapa model. Berikut pendekatan Pemilihan *supplier* yang sering digunakan (Chen, 2010) yang ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Pendekatan pemilihan *supplier* (Chen, 2010)

#### f. Evaluasi kinerja *supplier*

Tahapan evaluasi merupakan siklus terakhir dalam pemilihan dan evaluasi *supplier*. Kinerja *supplier* akan diuji apakah sesuai dengan tujuan strategis perusahaan atau tidak. Menurut Chen (2010) metode *Delphi* telah menjadi alat yang sering digunakan untuk menghasilkan konsensus pendapat dari panel pengguna. Metode *Delphi* menguji kepuasan perusahaan terkemuka dengan kinerja *supplier* dipilih dan dievaluasi oleh metodologi yang diusulkan selama penilaian kinerja *supplier*

## 2.3 Kriteria Pemilihan *Supplier*

Tujuan utama *green procurement* adalah mengurangi potensi polusi terhadap lingkungan yang berpotensi disebabkan ketika proses pengadaan material, kegiatan manufaktur, distribusi, dan penjualan. Substansi berbahaya yang terkandung dalam bahan baku *supplier* dapat menyebabkan dampak lingkungan yang serius selama kegiatan *supply chain* (Kuo et al., 2010). Oleh karena itu memilih *supplier* yang sustainable menjadi isu penting. Alternatif *supplier* dipilih dengan melihat kinerja dan performansi masing-masing *supplier* yang diperoleh dengan mengukur kriteria–kriteria performansinya.

Menurut penelitian-penelitian sebelumnya tentang *green procurement* khususnya *supplier selection* dapat disimpulkan dua pendekatan kriteria pemilihan *supplier* yang berkembang yaitu kriteria tradisional dan *green procurement*. Kriteria *supplier selection* tradisional paling banyak dikembangkan karena cakupan industri yang cukup luas seperti penelitian Weber (2001), Hu (2004), Celeby dan Bayraktar (2008). Sedangkan untuk pemilihan *supplier* dengan basis *green procurement* mulai dikembangkan pada tahun 2000-an oleh Noci (1997), Humphrey (2003) dan Hsu dan Hu (2009). Pada bagian ini akan membandingkan kriteria pemilihan *supplier* tradisional dengan konsep *green procurement*.

### 2.3.1 Kriteria *Supplier* Tradisional

Hu (2004) mengidentifikasi kriteria-kriteria yang digunakan dalam 24 jurnal ilmiah *supplier selection* dan diperoleh kriteria terpenting yaitu biaya, waktu pengiriman dan kapasitas serta kualitas. Ho et al. (2010) melakukan observasi jurnal penelitian tentang *supplier selection* yang diterbitkan sejak tahun 2000 hingga 2008. Mereka menemukan kriteria yang paling sering digunakan yaitu *quality*, kemudian *delivery time*, *price*, *manufacturing capability*, *service*, *management*, *technology*, *research and development*, *finance*, *flexibility*, *reputation*, *relationship*, *risk*, dan *safety and environment*. Konsep kriteria inilah yang kemudian disebut kriteria tradisional dimana kriteria

tertinggi masuk kepada tujuan produktifitas dan efesiensi perusahaan namun belum mengacu pada prioritas perlindungan lingkungan hidup.

Lee et al. (2009) mengilustrasikan kriteria *supplier* tradisional seperti tabel 2.1 yaitu terdapat beberapa kriteria performansi *supplier* berupa *quality*, *finance*, *organization*, *tecnology capability*, *service*, *total product life cycle cost*, dan *group kriteria green procurement* diantaranya *green image*, *pollution control*, dan *environment management*. Tabel tersebut menunjukkan bahwa kriteria tradisional menempatkan aspek *green procurement* kedalam prioritas atau rangking yang rendah. Rangking terbesar masih terletak pada *quality* dan *service*. Konsep tradisional sesuai diterapkan untuk industri konvensional dengan resiko lingkungan yang rendah.

Tabel 2.1 Kriteria *supplier* tradisional (Lee et al., 2009)

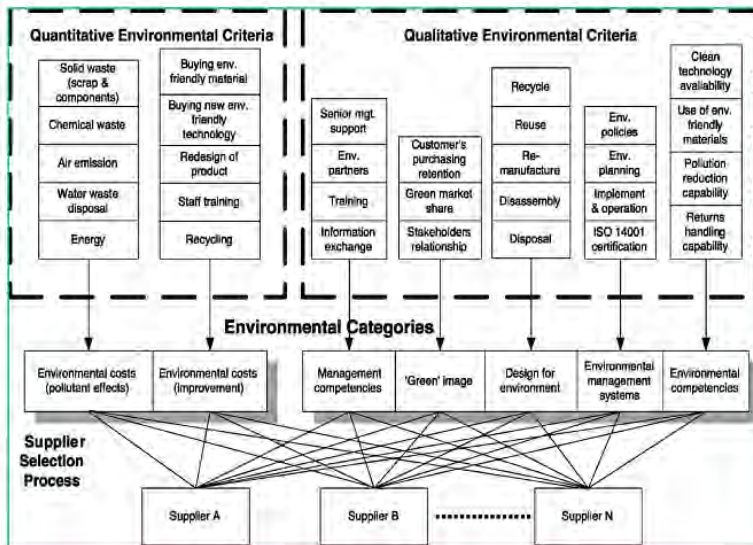
kriteria	Subkriteria	Rangking prioritas
<i>Quality</i>	<i>Quality-related certificates</i>	8
	<i>Capability of quality management</i>	4
	<i>Capability of handling abnormal quality</i>	1
<i>Technology capability</i>	<i>Technology level</i>	23
	<i>Capability of R&amp;D</i>	13
	<i>Capability of design</i>	5
	<i>Capability of preventing pollution</i>	15
<i>product life cycle cost</i>	<i>Cost of component disposal</i>	17
<i>Green image</i>	<i>Ratio of green customers to total customers</i>	13
	<i>Social responsibility</i>	12
<i>Pollution control</i>	<i>Air emissions</i>	7
	<i>Waste water</i>	9
	<i>Solid wastes</i>	15
	<i>Energy consumption</i>	20
	<i>Use of harmful materials</i>	2
<i>Environment management</i>	<i>Environment-related certificates</i>	3
	<i>Continuous monitoring and regulatory compliance</i>	6
	<i>Green process planning</i>	11
	<i>Internal control process</i>	9
<i>Green product</i>	<i>Recycle</i>	18
	<i>Green packaging</i>	18
<i>Green competencies</i>	<i>Materials used in the supplied components that reduce the impact</i>	20
	<i>Ability to alter process and product for reducing the impact</i>	22

### 2.3.2 Kriteria *Supplier* Berbasis *Green procurement*

*Procurement* tradisional pada umumnya memiliki kriteria pemilihan *supplier* berkisar pada biaya, waktu, dan kualitas (Hu, 2004). Namun perkembangan industri dan isu perlindungan lingkungan hidup mulai menuntut *supplier* untuk menghasilkan material dan bahan baku yang *sustainable* terhadap lingkungan. Noci (1997) merintis pendekatan *green procurement* dalam penentuan kriteria pemilihan *supplier* dengan merumuskan kriteria penting antara lain *green competencies*, *supplier green image*, *net life cycle cost* dan *environment efficiency*. Kriteria tersebut dipadukan dengan kriteria tradisional untuk memperoleh *supplier* yang seimbang.

Humphrey et al. (2004) mendefinisikan proses pemilihan *supplier* tradisional hanya mengamati kualitas, fleksibilitas dan harga. Namun dalam situasi yang menuntut konsep ramah lingkungan, banyak perusahaan mulai memasukkan kriteria perlindungan lingkungan dalam mengevaluasi *supplier*. Pada gambar 2.4 Humphrey mengklasifikasikan kriteria pemilihan *supplier* berbasis *green procurement* kedalam *quantitative kriteria* berupa *environment pollutant effect cost* dan *improvement cost* dan *qualitative kriteria* antara lain *management competencies*, *green image*, *environmental competencies*, *environment management system*, dan *design for environment*.





Gambar 2.4 Kriteria *supplier green procurement*  
(Humphrey, 2004)

Hsu dan Hu (2009) lebih menstrukturkan kriteria ke dalam bisnis proses *supplier*. Hsu dan Hu merekomendasikan kriteria performansi *supplier* yang mengevaluasi setiap proses bisnis *supplier* seperti *procurement management*, *R&D management*, *incoming quality control*, *management system*, dan *process management*.

Lee et al. (2009) merekomendasikan kriteria pemilihan *supplier* berbasis *green procurement* yang terstruktur dengan kriteria-kriteria *quality*, *technology capability*, *total product life cycle cost*, *green image*, *pollution control*, *environment management*, *green product*, dan *green competencies*. Lebih lengkapnya akan dijelaskan pada tabel 2.2.

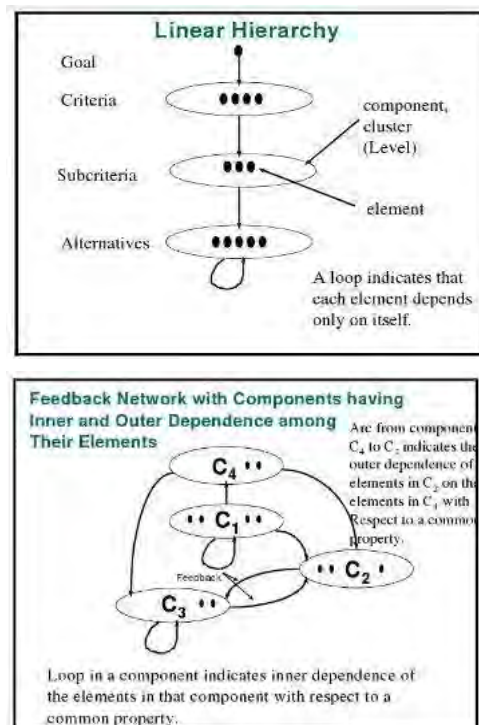
Tabel 2.2 Kriteria *supplier* berbasis *green procurement*  
(Lee et al., 2009)

kriteria	Subkriteria	Rangking prioritas
<i>Quality</i>	<i>Quality-related certificates</i>	12
	<i>Capability of quality management</i>	12
	<i>Capability of handling abnormal quality</i>	16
<i>Technology capability</i>	<i>Technology level</i>	19
	<i>Capability of R&amp;D</i>	10
	<i>Capability of design</i>	12
	<i>Capability of preventing pollution</i>	2
<i>product life cycle cost</i>	<i>Cost of component disposal</i>	16
<i>Green image</i>	<i>Ratio of green customers to total customers</i>	16
	<i>Social responsibility</i>	23
<i>Pollution control</i>	<i>Air emissions</i>	7
	<i>Waste water</i>	7
	<i>Solid wastes</i>	7
	<i>Energy consumption</i>	15
	<i>Use of harmful materials</i>	3
<i>Environment management</i>	<i>Environment-related certificates</i>	1
	<i>Continuous monitoring and regulatory compliance</i>	4
	<i>Green process planning</i>	4
	<i>Internal control process</i>	19
<i>Green product</i>	<i>Recycle</i>	10
	<i>Green packaging</i>	19
<i>Green competencies</i>	<i>Materials used in the supplied components that reduce the impact</i>	19
	<i>Ability to alter process and product for reducing the impact</i>	4

Perbedaan signifikan antara kriteria pemilihan tradisional dengan yang berbasis *green procurement* tampak pada tabel 2.1 dan tabel 2.2. Kriteria tradisional menitik beratkan pada produktifitas dan efisiensi perusahaan. Sedangkan kriteria *green procurement* mengedepankan konsep industri yang *sustainable* terhadap lingkungan hidup namun tetap mengutamakan kualitas produk. Pendekatan *green procurement* inilah yang sesuai untuk industri yang memiliki resiko tinggi terhadap dampak lingkungan.

## 2.4 Analytical Network Process (ANP)

*Analytical Network Process* (ANP) adalah teori pengembangan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dalam aspek kemampuan interaksi ketergantungan dan umpan balik kemudian melakukan generalisasi dengan *supermatrix* (Saaty, 2003). menurut Saaty (2003) ANP dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan MCDM yang tidak dapat terstrukturkan dikarenakan ANP melihat interaksi dan ketergantungan antar elemen pada hirarki. Perbedaan AHP dengan ANP dapat dilihat pada ilustrasi gambar 2.7.

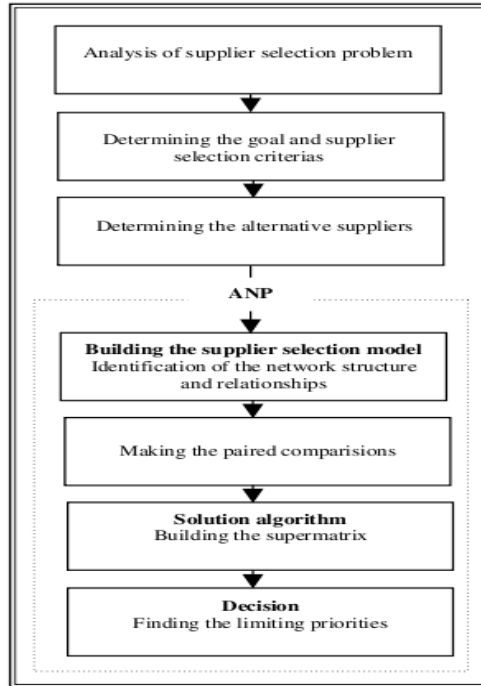


Gambar 2.5 Perbandingan hirarki AHP dan ANP (Saaty, 2003)

ANP mampu memodelkan sistem dengan *feedback* dimana suatu level memungkinkan mendominasi atau didominasi oleh level lain. ANP menggambarkan *interdependencies* sebagai sebuah anak panah searah maupun dua arah pada tiap kriteria yang berbeda. *Interdependencies* yang terjadi antar elemen atau kriteria dinamakan *outer dependencies*, sedangkan jika terjadi pada elemen atau kriteria yang sama dinamakan *inner dependencies*.

Pembobotan dengan ANP membutuhkan model yang mempresentasikan saling ketergantungan dan keterkaitan antar kriteria dan subkriteria yang dimiliki. Ada dua kontrol yang perlu diperhatikan dalam memodelkan sistem yang hendak diketahui bobotnya (Saaty, 2003). Kontrol pertama yaitu kontrol hirarki yang menunjukkan keterkaitan kriteria dan subkriteria. Kontrol lainnya berupa kontrol keterkaitan yang menunjukkan adanya saling keterkaitan antar kriteria.

ANP telah dipakai luas sebagai metode pendekatan pengambilan keputusan salah satunya dalam *supplier selection*. Celebi et al. (2010) menggunakan pendekatan ANP untuk melakukan manajemen logistik pada industri manufaktur di Turki, dimana mereka merumuskan tiga strategi yang akan dievaluasi dan dipilih yang terbaik, antara lain *in-house logistics*, *third party arrangements*, dan *strategic alliance*. Hsu dan Hu (2010) menggunakan ANP untuk evaluasi *supplier* berdasarkan faktor lingkungan khususnya mengenai produk yang berpotensi memiliki bahan berbahaya. ANP juga sangat terbuka untuk integrasi dengan pendekatan lain seperti Negoro (2008) yang mengkombinasikan ANP dengan *goal programming* untuk melakukan pemilihan *supplier* dan alokasi pembelian pada PT Petrokimia Gresik. Oleh karena itu model ANP masih sangat luas untuk dikembangkan.



Gambar 2.6 Tahapan ANP (Gencer dan Gurpinar, 2007)

Gencer dan Gurpinar (2007) dalam jurnal ilmiahnya menjelaskan tahapan membangun *Analytical Network process* (ANP) seperti pada gambar 2.8. Berikut tahapan menyusun ANP :

Langkah 1 : Menganalisa permasalahan dan tujuan utama

Tahapan pertama dari algoritma ANP yaitu menganalisa permasalahan yang ditangani. Dalam penelitian ini *supplier selection* yang menjadi pokok bahasan. Tujuan utama atau *goal* yaitu memilih *supplier* yang sesuai dengan harapan dan kriteria perusahaan.

Langkah 2: Menentukan kriteria, subkriteria dan memodelkan dalam *network*

Untuk memodelkan pemilihan *supplier*, dibutuhkan kluster kriteria performansi *supplier* dan subkriterianya, yang kemudian dibangun model *network* yang saling mempengaruhi. Pada tahapan ini masing-masing elemen digambarkan *link* atau hubungan saling berpengaruh baik, antara kluster kriteria yang berbeda yang disebut *outer dependence*, maupun hubungan pengaruh yang timbul masih dalam satu kluster kriteria yang disebut *inner dependence*.

Langkah 3 : Menentukan alternatif awal *supplier*

Tahapan ini menentukan alternatif awal *supplier* yang akan dipilih. Biasanya dipilih beberapa *supplier* yang secara administrasi dan kapasitas sudah memenuhi aturan perusahaan.

Langkah 4 : *Pairwise comparison*

Tahap ini akan dilakukan *pairwise comparison* atau perbandingan berpasangan dengan melihat pada kriteria kontrol pada level yang lebih tinggi maupun rendah. Untuk membandingkan antara elemen atau kriteria ANP menggunakan skala perbandingan *pairwise comparison* pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Skala *pairwise comparison* (Saaty, 2003)

Skala	Definisi
1	Dua elemen memiliki tingkat kepentingan sama
3	Elemen satu sedikit lebih penting dari elemen lain
5	Elemen satu lebih penting dari elemen lain
7	Elemen satu sangat lebih penting dari elemen lain
9	Elemen satu mutlak lebih penting dari elemen lain
2, 4, 6, 8	Nilai tengah diantara dua penilaian, jika ada keraguan

Menurut tabel 2.3 titik skala 1 menunjukkan bahwa kedua elemen memiliki tingkat kepentingan yang sama, sedangkan skala 9 mengindikasikan terjadi dominasi yang mutlak

oleh elemen satu kepada elemen lainnya. Jika perbandingan berpasangan telah selesai, vektor prioritas  $w$  atau disebut juga *eVektor* didapatkan dengan formulasi sebagai berikut:

$$A.W = \lambda \text{ Max. } W$$

Dengan  $A$  adalah *matrix* Perbandingan berpasangan dan  $\lambda \text{ Max}$  adalah *eigen value* terbesar dari  $A$ . *eVektor* atau *eigenvektor* yang merupakan bobot prioritas *matrix* yang kemudian digunakan untuk menyusun supermatix

Langkah 5 : Menghitung rasio konsistensi (*Consistency Ratio*)

Proses perbandingan elemen atau kriteria terdapat kemungkinan permasalahan konsistensi dari *pairwise comparison*. Rasio Konsistensi memberikan suatu *judgement* numerik terhadap perbandingan elemen apakah terjadi ketidak konsistenan. Rasio Konsistensi dirumuskan dengan formulasi beriktu ini :

$$CR = CI / RI$$

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

Dimana  $CI$  : *Consistency Index*  
 $RI$  : *Random Consistency Index*  
 $n$  : Jumlah yang dibandingkan

Rasio Konsistensi diperoleh dari perbandingan antara indek konsistensi dengan nilai indek konsistensi random (*Random Consistency Index*). Menurut Saaty (1996) vektor prioritas diterima jika nilai  $CR$  kurang dari sama dengan 0,1 (beberapa masih memberi toleransi  $CR$  dengan nilai 0,2) namun jika melebihi maka permasalahan harus dikaji ulang dan dilakukan

penilaian kembali. Nilai RI dijelaskan pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Nilai RI berdasarkan N (Saaty, 2003)

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

#### Langkah 6: Membangun *Supermatrix*

Metode ANP menggunakan formasi *supermatrix* untuk menyatakan resolusi pengaruh saling kebergantungan antara kelompok elemen baik kriteria maupun subkriteria . Contoh struktur *Supermatrix* dapat dilihat pada gambar 2.9.

$$W = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 & 4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{matrix} & \left( \begin{array}{cccc} W_{11} & 0 & 0 & W_{14} \\ W_{21} & W_{22} & 0 & W_{24} \\ W_{31} & 0 & W_{33} & W_{34} \\ W_{41} & W_{42} & W_{43} & 0 \end{array} \right) \end{matrix}$$

Gambar 2.7 *Supermatrix* (Saaty, 2003)

Menurut gambar 2.9, nomor 1 hingga 4 menunjukkan kluster kriteria ataupun kriteria pengambilan keputusan, biasanya dibawahnya akan dituliskan subkriteria jika ada. *Supermatrix* dituliskan  $W_{11}$ ,  $W_{14}$ ,  $W_{21}$ ,  $W_{22}$ ,  $W_{24}$ ,  $W_{31}$ ,  $W_{33}$ ,  $W_{34}$ ,  $W_{41}$ ,  $W_{42}$ ,  $W_{43}$ ,  $W_{44}$  adalah merupakan *submatrix*. Kluster yang tidak memiliki interaksi pengaruh juga dituliskan pada *submatrix* dengan nilai nol (0).

*Supermatrix* awal akan membentuk *matrix* tak berbobot yang disebut *unweighted supermatrix*. Karena pada masing-masing kolom masih terdiri dari beberapa nilai *eigenvector* yang mana dijumlahkan menjadi satu (kolom stokastik). *Supermatrix*



perlu dirubah menjadi model stokastik untuk membentuk prioritas yang terbatas (*limiting priorities*). Sehingga dengan alasan untuk mendapatkan bobot kepentingan *supermatrix*, pertama kali, pengaruh antar kluster kriteria ditentukan yang menghasilkan nilai *eigenvector* dari pengaruh kluster satu dengan lainnya. Kemudian *supermatrix* yang belum terbobotkan dikalikan dengan bobot prioritas dari kluster, dimana akan menghasilkan *Supermatrix* berbobot (*weighted supermatrix*). Langkah terakhir *supermatrix* akan menjadi *steady state* dengan mengalikan *supermatrix* berbobot dengan dirinya sendiri hingga nilai pada baris *supermatrix* dikonversikan menjadi nilai yang sama pada kolom *matrix*. Pada posisi ini, *supplier* dengan prioritas tertinggi sudah dapat ditentukan

Langkah 7 : Memperoleh keputusan alternatif terbaik.

Setelah serangkaian tahapan ANP, diperoleh perbandingan berpasangan dan mendapatkan weight pada masing-masing kriteria, serta dari *supermatrix* akan menunjukkan pilihan alternatif *supplier* terbaik.

## 2.5 *Taguchi loss function*

*Taguchi loss function* didefinisikan sebagai nilai estimasi kerugian yang disebabkan oleh penyimpangan karakteristik kinerja yang berkaitan dengan nilai harapan perusahaan (Yang dan El Haik, 2003). Yang dan El Haik (2003) mengartikan *loss* sebagai kerugian yang berpotensi terjadi saat suatu karakteristik kualitas fungsional produk menyimpang dari nilai nominalnya yang ditargetkan, meskipun sekecil apapun penyimpangan yang terjadi.

Taguchi (2004) menganggap setiap produk yang dihasilkan yang menyimpang dari nilai targetnya walaupun berada dalam batas spesifikasi produk yang ditetapkan oleh perusahaan tetap akan menimbulkan kerugian. Kerugian tersebut akan berdampak bagi perusahaan terutama dalam jangka panjang,

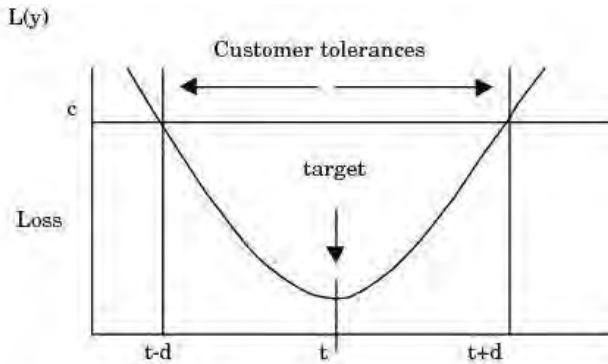
dimana perusahaan akan kehilangan pangsa pasarnya karena produk yang dihasilkan tidak memenuhi kepuasan konsumen.

*Taguchi loss function* mengetahui kebutuhan tentang apa yang diinginkan perusahaan dan adanya fakta penyimpangan dari target yang ditetapkan akan dimaksimalkan. Penyimpangan ini bukan hanya terjadi pada produk akhir saja, namun dari bahan baku dan material. Liao dan Kao 2010 menggunakan pendekatan *taguchi loss function* untuk melihat kemungkinan *loss* terjadi pada *target value* bahan baku. Mereka menerapkan *taguchi loss function* sebagai salah satu parameter pemilihan *supplier* yang berkualitas.

Berdasarkan Taguchi's Quality Engineering Handbook, Taguchi (2004) merumuskan pendekatan *loss function* menjadi tiga kategori, yaitu:

1. *Nominal Is The Best*, merupakan karakteristik kualitas dengan nilai yang dapat positif maupun negatif. Nilai yang diukur berdasarkan nilai target yang telah ditetapkan. Pencapaian nilai mendekati target yang telah ditetapkan maka kualitas semakin baik.
2. *Lower Is Better*, merupakan karakteristik terukur non negatif dengan nilai ideal nol. Pencapaian nilai mendekati nol maka kualitas akan semakin baik.
3. *Higher Is Better*, merupakan karakteristik terukur dengan nilai non negatif dengan nilai ideal tak terhingga. Pencapaian nilai mendekati nilai tak terhingga maka kualitas yang dihasilkan akan semakin baik.

Kerugian akibat penyimpangan produk dari nilai target ini dapat diestimasi dengan melakukan pendekatan kurva *taguchi loss function* dengan menggabungkan kerugian yang diterima perusahaan secara finansial dengan fungsi kerugian melalui hubungan kuadratik. Kerugian perusahaan bersifat proporsional dengan besarnya penyimpangan nilai target. Kurva *taguchi loss function* dijelaskan pada gambar 2.5.



Gambar 2.8 Kurva *Taguchi loss function* (Yang dan El Haik,2003)

Berdasarkan kurva pada gambar 2.5 *taguchi loss function* dengan notasi  $L(y)$  menggambarkan kerugian yang diterima konsumen atau perusahaan jika kualitas produk  $y$  menyimpang dari nilai target. *Taguchi loss function* dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$L(y) = k (y - T)^2$$

dimana :

$k$  = Konstanta yang tergantung pada struktur external failure cost

$y$  = Nilai aktual dari karakteristik kualitas

$T$  = Nilai yang ditargetkan dari karakteristik kualitas

$L$  = Nilai kerugian kualitas, *taguchi loss function*

Sedangkan  $k$  ditentukan dari formulasi sebagai berikut :

$$k = c/d^2$$

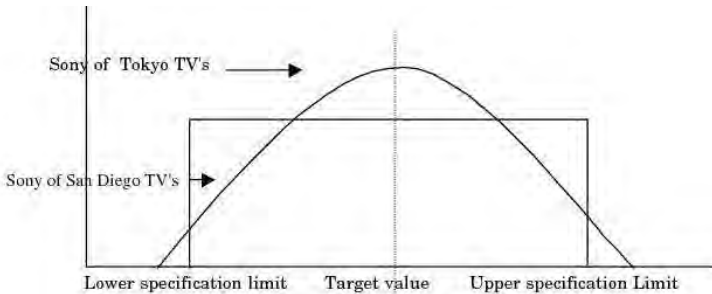
dimana :

$c$  = Loss pada *lower* atau *upper specification limit*

$d$  = Jarak limit dari *target value*

Menurut buku *Design For Six Sigma*, Yang dan El Haik (2003) mengilustrasikan aplikasi pendekatan kualitas *taguchi loss function* dengan baik melalui kisah Sony Corporation berikut ini. Sony Corp. memiliki berbagai cabang industri diseluruh dunia. Salah satu cabang yang menjadi studi kasus adalah Sony Tokyo dan San Diego dimana kedua cabang tersebut memproduksi TV berwarna. Sony menetapkan nilai target untuk ketajaman warna TV yang dihasilkannya dengan batas spesifikasi terendah dan batas spesifikasi atas. Apabila TV yang diproduksi melebihi batas spesifikasi maka produk dianggap *defect*.

Kedua cabang Sony menanggapi pengendalian kualitas dengan pendekatan yang berbeda. Sony Tokyo menerapkan konsep kualitas *taguchi* sedangkan San diego menggunakan pendekatan *Zero-Based Approach* dalam pengendalian kualitas ketajaman warna pada produk TV. Dari penelitian dan evaluasi diketahui bahwa TV yang dihasilkan San Diego tetap dalam kualitas baik karena ketajaman warnanya masih berada pada batas spesifikasi yang ditetapkan, sedangkan Sony Tokyo memproduksi dan menjual produk TV yang memenuhi *target value*. Mereka tidak menjual produk yang ketajamannya menyimpang dari standar nilai target. Diketahui bahwa tingkat kepuasan konsumen di Tokyo terhadap TV berwarna menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan kepuasan konsumen San Diego dan keluhan konsumen juga relatif lebih sedikit. Gambar 2.6 menjelaskan distribusi kualitas ketajaman TV berwarna antara Sony Tokyo dan San Diego.



Gambar 2.9 Kurva *loss* pada Sony Tokyo dan San Diego  
(Yang dan El Haik, 2003)

Taguchi (2004) menyimpulkan bahwa tujuan utama *loss function* yaitu untuk meningkatkan dan mengembangkan kualitas produk melalui identifikasi faktor faktor kegagalan kualitas yang dapat dikendalikan dan dapat meminimalisasi terjadinya penyimpang kualitas produk maupun bahan baku dan berusaha menempatkan produk pada posisi pencapaian *target value*.

## 2.6 Multi-Choice Goal Programming

*Goal programming* merupakan teknik yng penting untuk menemukan sebuah solusi optimal dalam MCDM. *Goal programming* pertama kali diperkenalkan oleh Charnes dan cooper (1961) dan semakin berkembang seperti *Weighted GP* atau *MINMAX GP*. Tujuan *goal programming* terpenting yaitu untuk meminimasi deviasi, gap atau perbedaan antara pencapaian tujuan atau *goal* dan level aspirasi yang diinginkan (*aspiration level*) . *Goal programming* diformulasikan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 &\text{Min} \quad \sum_{i=1}^n |f_i(X) - g_i| \quad \text{or} \\
 &\text{Min} \quad \sum_{i=1}^n d_i^+ + d_i^- \\
 &\text{s.t} \quad f_i(X) - d_i^+ + d_i^- = g_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \\
 &\quad \quad X \in F
 \end{aligned}$$

Dimana  $f$  adalah *feasible set*,  $X$  adalah elemen dari  $f$ ,  $f_i(X)$  adalah fungsi linier dari *goal* ke  $i$ .  $g_i$  adalah aspiration level atau level aspirasi yang diinginkan dari *goal* ke  $i$ , dimana  $d_i^+$  dan  $d_i^-$  sebagai deviasi positif dan negatif dari pencapaian goal ke  $i$   $|f_i(X) - g_i|$ .

*Goal programming* mampu menangani permasalahan keputusan yang memasukkan goal yang banyak, jika beberapa *goal* dapat diperoleh dari beberapa *aspiration level*, maka dapat disebut *multi-choice goal programming* (MCGP) (Chang, 2007). MCGP mengijinkan pengambil keputusan untuk memasukkan *multi-choice aspiration level* untuk masing-masing *goal*. Chang (2007) menformulasikan model MCGP sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & \sum_{i=1}^n w_i |f_i(X) - g_{i1} \quad \text{or} \quad g_{i2} \quad \text{or} \quad \dots \quad \text{or} \quad g_{im}| \\ \text{s.t} \quad & X \in F \text{ (} F \text{ is a feasible set, } X \text{ is unrestricted in sign)} \end{aligned}$$

dimana  $g_{ij}$  (  $i = 1, 2, 3 \dots m$ ) adalah aspiration level dari Goal ke  $i$ , dimana  $g_{ij-1} \leq g_{ij} \leq g_{ij+1}$

Liao dan Kao (2010) menggunakan MCGP untuk mengintegrasikan pendekatan *taguchi loss function* dengan AHP untuk memperoleh alternatif *supplier* terbaik, dimana fungsi minimasi *loss* menjadi fungsi tujuan dan konstrainnya merupakan bobot masing kriteria *supplier*. Dalam penelitian ini, MCGP akan mengintegrasikan *aspiration level* dari *target value* yang diperoleh pada *taguchi loss function* dengan mempertimbangkan bobot kriteria *supplier* dari model ANP. MCGP menggunakan dua alternatif yang didasarkan pada konsep *taguchi loss function* antara lain :

### 1. Pendekatan *More the better*

$$\begin{aligned}
 \text{Min} \quad & \sum_{i=1}^n [w_i(d_i^+ + d_i^-) + \alpha(e_i^+ + e_i^-)] \\
 \text{s.t} \quad & f_i(X) - d_i^+ + d_i^- = y_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \\
 & y_i - e_i^+ + e_i^- = g_{i,\max}, \quad i = 1, 2, \dots, n \\
 & g_{i,\min} \leq y_i \leq g_{i,\max} \\
 & d_i^+, d_i^-, e_i^+, e_i^- \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, n \\
 & X \in F \text{ (} F \text{ is a feasible set, } X \text{ is unrestricted in sign)}
 \end{aligned}$$

Dimana  $d_i^+$  dan  $d_i^-$  adalah deviasi positif dan negatif yang terjadi pada goal ke  $i$   $|f_i(X) - y_i|$ . Pada formula diatas  $e_i^+$  dan  $e_i^-$  adalah deviasi positif dan negatif yang terjadi pada  $|y_i - g_{i,\max}|$ .  $\alpha$  adalah bobot yang berasal dari penjumlahan dari deviasi  $|y_i - g_{i,\max}|$ .

### 2. Pendekatan *Less the better*

$$\begin{aligned}
 \text{Min} \quad & \sum_{i=1}^n [w_i(d_i^+ + d_i^-) + \alpha(e_i^+ + e_i^-)] \\
 \text{s.t} \quad & f_i(X) - d_i^+ + d_i^- = y_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \\
 & y_i - e_i^+ + e_i^- = g_{i,\min}, \quad i = 1, 2, \dots, n \\
 & g_{i,\min} \leq y_i \leq g_{i,\max} \\
 & d_i^+, d_i^-, e_i^+, e_i^- \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, n, \\
 & X \in F \text{ (} F \text{ is a feasible set, } X \text{ is unrestricted in sign)}
 \end{aligned}$$

Dimana  $d_i^+$  dan  $d_i^-$  adalah deviasi positif dan negatif yang terjadi pada goal ke  $i$   $|f_i(X) - y_i|$ . Pada formula diatas  $e_i^+$  dan  $e_i^-$  adalah deviasi positif dan negatif yang terjadi pada  $|y_i - g_{i,\min}|$ .  $\alpha$  adalah bobot yang berasal dari penjumlahan dari deviasi  $|y_i - g_{i,\min}|$ .

## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Bagian ini akan diuraikan metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini. Metodologi penelitian ini dibagi menjadi tiga tahap yaitu tahap persiapan, tahap pengumpulan dan pengolahan data dan tahap Interpretasi dan kesimpulan. Secara keseluruhan Metodologi penelitian dijelaskan pada gambar 3.1 dan 3.2.

#### **3.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah.**

Tahapan ini dilakukan identifikasi permasalahan yang mana merupakan tahap awal atau persiapan untuk mengidentifikasi atau mengangkat permasalahan yang akan dijadikan pokok penelitian. Peneliti melakukan observasi jurnal ilmiah dan tugas akhir sebelumnya untuk menemukan permasalahan pemilihan *supplier* dan *decision making model* yang masih bisa dikembangkan. Permasalahan yang akan dibahas disini antara lain untuk melakukan pemilihan *supplier* pada PT Petrokimia Gresik dengan mempertimbangkan multi kriteria berbasis pada *green procurement*.

#### **3.2 Penetapan Tujuan Penelitian.**

Bagian ini akan dijelaskan mengenai tujuan dilakukannya penelitian. Adapun tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh *taguchi loss function* dalam proses evaluasi awal *supplier* potensial terhadap *kriteria target value* perusahaan, kemudian untuk mengetahui *kriteria-kriteria* apa saja yang mempengaruhi performansi *supplier* dan disesuaikan dengan konsep *green procurement*, mendapatkan prioritas dan tingkat kepentingan pada tiap kriteria dan pada akhirnya dapat mengetahui alternatif *supplier* yang sesuai konsep *green procurement*



### 3.3 Studi Literatur dan Studi Lapangan.

Peneliti mempersiapkan segala materi dan bahan teoritis yang akan dijadikan dasar selama penelitian berlangsung. Studi atau pembelajaran yang akan dijadikan dasar ini meliputi studi literatur dan studi lapangan. Pada studi literatur akan dipelajari teori dan konsep mengenai *green prrourement and supply chain*, teori pemilihan *supplier*, serta menguasai pendekatan dan *tools* yang digunakan untuk pengambilan keputusan. Sedangkan untuk studi lapangan, akan dilakukan identifikasi kondisi *existing* proses bisnis *procurement* pada PT Petrokimia Gresik yang nantinya dapat digunakan sebagai dasar perbaikan.

### 3.4 Pengumpulan Data

Peneliti akan mengumpulkan data-data yang terkait dengan objek penelitian, selain itu pada tahap ini juga akan dipaparkan mengenai metode pengumpulan data. Data yang diperlukan pada penelitian ini antara lain data informasi *supplier* dan penilaian kinerja *supplier*. Data informasi *supplier* didapatkan dari database perusahaan tentang *supplier* yang telah atau akan menjadi mitra kerjasama. penilaian kinerja *supplier* diperoleh dengan penyebaran kuisioner, wawancara, dan *brainstorming* dengan pihak-pihak yang terkait (*stake holder*) dengan obyek penelitian.

### 3.5 Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan dapat dilakukan pengolahan data. Tahapan ini secara garis besar dapat dibedakan menjadi tiga hal meliputi penentuan kriteria pemilihan *supplier*, proses evaluasi nilai kriteria (*criteria value*) pada masing-masing *supplier* terhadap *target Value* perusahaan menggunakan *taguchi loss function*, proses pembobotan kriteria (*weight*) dan keputusan alternatif *supplier* berdasarkan *analytical network process* (ANP), serta mengintegrasikan bobot kriteria pada tiap *supplier* (ANP) dengan *criteria value* (*taguchi loss function*) menggunakan *multi-*

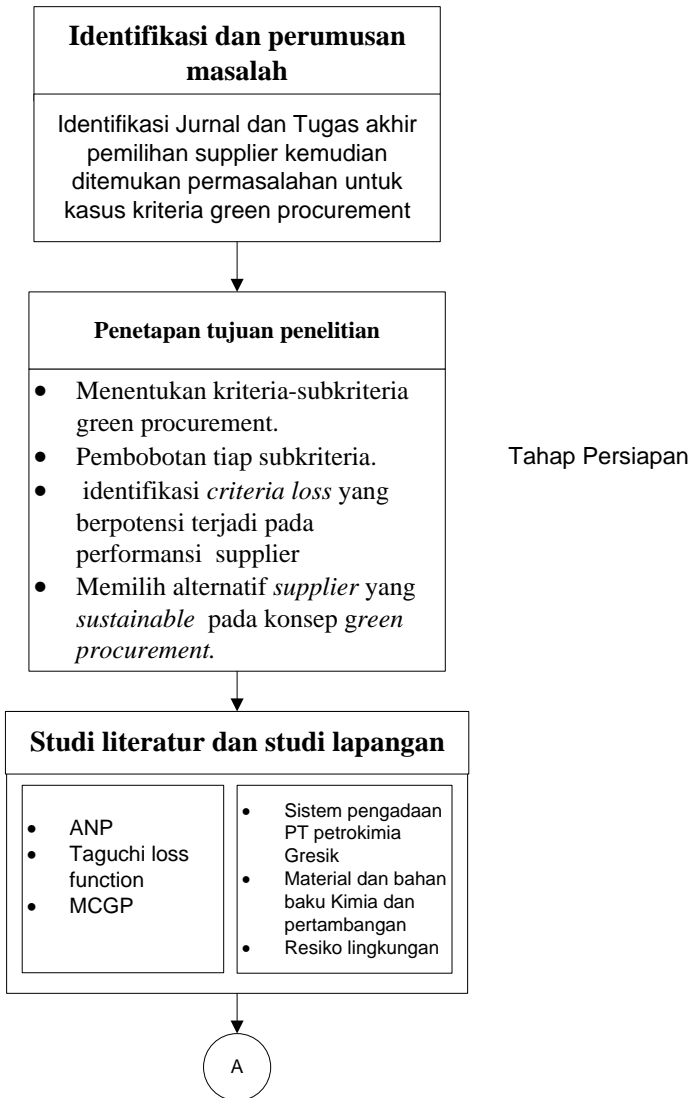
*choice goal programming* (MCGP) untuk mendapatkan alternatif *supplier* yang mempertimbangkan minimasi *loss* perusahaan dan pencapaian kriteria performansi *supplier*.

### **3.6 Analisa dan Interpretasi Data.**

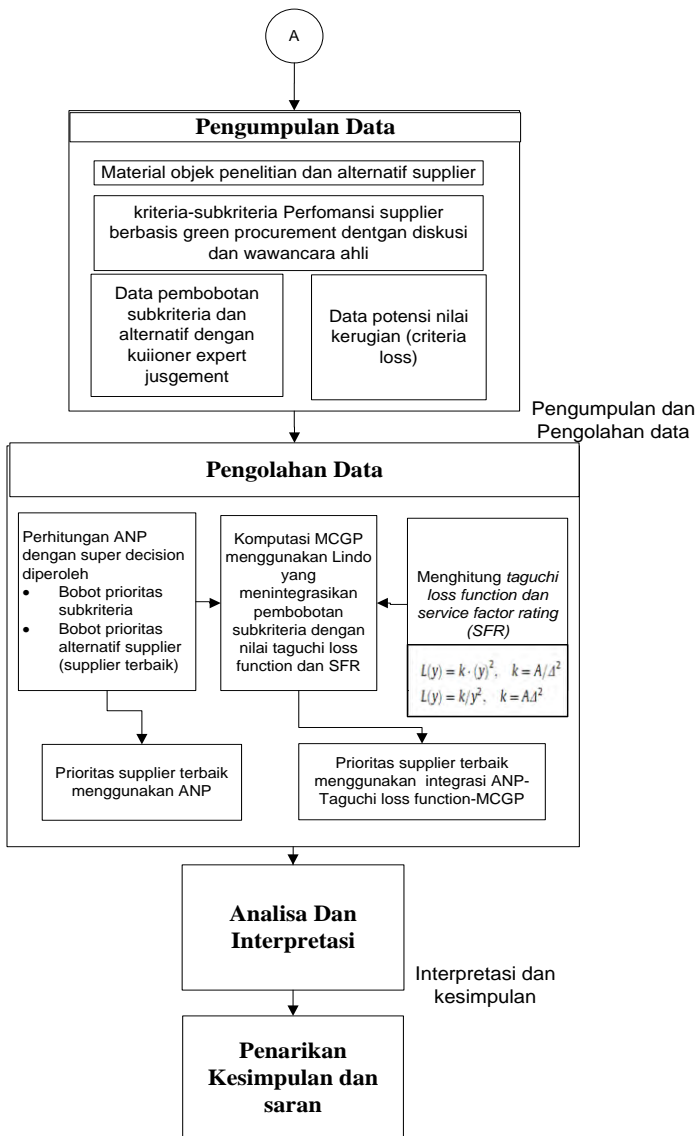
Bagian ini akan dilakukan analisa dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya. Untuk mendukung analisa, dilakukan terlebih dahulu interpretasi data. Dengan analisa dan interpretasi ini akan diketahui pengaruh konsep *taguchi loss function* dalam mendukung pemilihan *supplier*, kemudian kriteria mana yang berpengaruh besar dalam proses keputusan pemilihan *supplier* berbasis *green procurement*. Selain itu akan diketahui alternatif *supplier* yang akan dijadikan *partnership* oleh perusahaan.

### **3.7 Penarikan Kesimpulan dan Saran**

Setelah semua pengolahan, interpretasi dan analisa data, maka dapat ditarik suatu kesimpulan yang berkaitan dengan kriteria pemilihan *supplier* yang mempunyai prioritas terbesar dan diketahui *supplier* yang tepat dan memiliki nilai terbaik dari kriteria acuan yang nantinya dijadikan *supplier partner* oleh perusahaan. Setelah itu diberikan pula saran-saran, baik untuk perusahaan maupun untuk penelitian mendatang yang berupa perbaikan maupun pengembangan dari penelitian yang telah dilakukan.



Gambar 3.1 *Flow Chart* Metodologi Penelitian



Gambar 3.2 Flow Chart Metodologi Penelitian lanjutan

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB 4**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

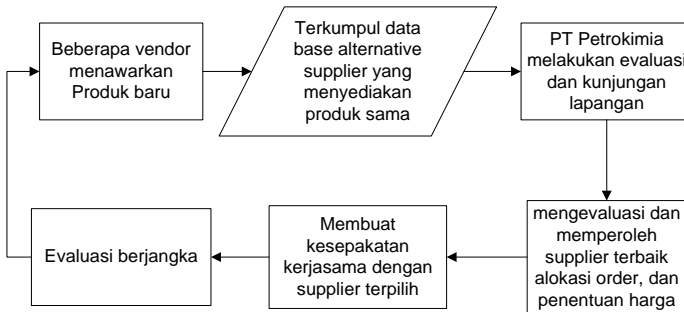
Berdasarkan metodologi yang telah dijelaskan sebelumnya maka tahapan berikut adalah pengumpulan dan pengolahan data. Pada bab ini akan dijelaskan dan diimplementasikan metodologi pengumpulan dan pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian. Secara umum, data yang akan dikumpulkan dan digunakan dalam pengembangan penelitian adalah data-data yang diperoleh dari pengumpulan data primer, data sekunder, *brainstorming*, wawancara dan kuisioner. Pada bab ini juga akan dijelaskan tahapan pengumpulan dan pengolahan data serta hasil yang diperoleh sesuai dengan tujuan penelitian yang telah ditetapkan sebelumnya.

#### **4.1    *Procurement* PT Petrokimia Gresik**

Pada tahap pengumpulan data dilakukan observasi dan peninjauan langsung terhadap sistem *procurement* di PT Petrokimia Gresik. PT Petrokimia Gresik melakukan proses pengadaan untuk memenuhi kebutuhan material yang tidak bisa dipenuhi sendiri dan untuk beberapa material pendukung dan pelengkap produksi.

Proses pengadaan pada PT Petrokimia Gresik bersifat *partnership*. Untuk pertama kali terdapat beberapa vendor dan perusahaan menawarkan produk material yang dibutuhkan PT Petrokimia Gresik. Setelah perusahaan merasa memerlukan tambahan *supplier* dan pasokan material maka dilakukan evaluasi calon *supplier*. Pihak pengadaan melakukan observasi dan kunjungan lapangan untuk melihat kondisi sebenarnya *supplier* diantaranya menilai proses produksi, kapasitas dan manajemen *supplier* secara umum. Tahap selanjutnya melakukan rapat kerja evaluasi *supplier* terbaik sekaligus melakukan alokasi order dan penentuan harga pokok produk. Setelah terjadi persetujuan maka

akan terbentuk kerjasama antara PT Petrokimia Gresik dengan pihak *supplier* yang akan tersu dievaluasi dalam jangka tertentu. Secara umum proses *procurement* pada PT Petrokimia Gresik dijelaskan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Alur *procurement* PT Petrokimia Gresik

## 4.2 Penentuan Material Dan Alternatif Awal *Supplier*

Sebelum melakukan pemilihan *supplier* terbaik, perlu ditentukan terlebih dahulu material dan bahan baku yang menjadi objek amatan beserta alternatif awal *suppliernya*. Untuk mendukung data tersebut dilakukan observasi dan wawancara pada departemen Perencanaan dan Gudang material (PGM), departemen lingkungan dan Pengadaan untuk mendapatkan objek material dan *supplier* yang tepat.

### 4.2.1 Material Rawan Dampak Lingkungan

Sebagai perusahaan pupuk skala nasional dan memproduksi berbagai jenis pupuk kimia, PT Petrokimia Gresik mempunyai ribuan jenis material dan bahan baku dengan berbagai macam karakteristik dan sifatnya. Menurut fungsinya material dan bahan baku yang digunakan pada PT Petrokimia Gresik ada tiga macam antara lain :

a. Bahan baku utama

Bahan baku utama merupakan material pokok yang akan diolah menjadi produk akhir. Bahan baku ini biasanya berupa bahan kimia yang menjadi fungsi pokok jenis pupuk, seperti posphore untuk produk, asam sulfat untuk, ammonia untuk, posphat dan kalium untuk produk pupuk NPK, dan bahan kimia urea untuk pupuk urea.

b. Bahan baku penolong

Bahan baku penolong merupakan material maupun bahan kimia yang berfungsi sebagai bahan campuran yang akan meningkatkan kemampuan produk akhir. Bahan penolong juga bisa berupa bahan katalis yang akan membantu dalam reaksi kimia pada proses produksi.

c. Komponen pendukung proses

Komponen pendukung proses diartikan sebagai material, komponen maupun sparepart yang mendukung proses di PT Petrokimia Gresik, baik berupa komponen mesin produksi, *lubricant* sebagai pelumas peralatan dan permesinan serta termasuk perlengkapan office.

Dalam menentukan objek amatan dilakukan wawancara dengan pihak ahli pada departemen Pengadaan dan Perencanaan Gudang Material. Menurut pihak ahli bahan baku utama bisa dimasukkan pada kategori material rawan dampak lingkungan karena dalam prosesnya bahan baku seperti ammonia, asam sulfat dan asam fosfat membutuhkan standar keamanan dan penanganan yang khusus yang disebut *material safety data sheet* (MSDS). Jika penanganannya tidak sesuai dengan standar operasi tersebut bisa menimbulkan dampak yang berbahaya bagi lingkungan baik pada opertor atau pekerjanya, maupun pada lingkungan kerja sekitarnya.



Bahan baku kimia utama biasanya dibutuhkan dalam skala besar padahal jumlahnya terbatas. Untuk memenuhi kebutuhannya PT Petrokimia Gresik berusaha untuk memproduksi sendiri, namun jika terjadi kekurangan maka harus mendatangkan bahan baku tersebut dari *vendor*. Dikarenakan bahan kimia tersebut membutuhkan standar penanganan khusus ditambah lagi sumber daya alam yang terbatas maka jumlah *vendor* produsen material ini sangat terbatas bahkan pelaku tunggal dan beberapa produsen berasal dari luar negeri. Oleh karena itu dalam penentuan *supplier* tidak dilakukan pemilihan secara periodik melainkan berupa kerjasama kontrak dalam jangka waktu panjang sehingga tidak bisa dijadikan objek amatan.

Menurut pihak ahli pengadaan, bahan baku penolong dibutuhkan dalam skala besar karena kapasitas produksi PT Petrokimia Gresik yang tinggi. Dilihat dari aspek jumlah sumber dayanya, jumlah material di pasaran tergolong banyak dan mudah ditemui karena banyak *vendor* yang menyediakan bahan baku penolong tersebut. *vendor* tersebut akan bersaing untuk menyediakan bahan baku yang berkualitas dan pelayanan prima untuk menjadi *partner* PT Petrokimia Gresik. Namun jika dilihat dari aspek resiko gangguan lingkungan, bahan baku penolong tergolong bukan bahan kimia berbahaya dan tidak membutuhkan penanganan yang ketat. Meskipun begitu beberapa bahan penolong adalah material hasil tambang sehingga masih terdapat resiko merusak lingkungan hidup dalam proses produksinya.

Akhirnya diputuskan bahwa bahan baku penolong lebih cocok menjadi objek amatan penelitian melihat kompetisi dari *supplier* yang tinggi. Dipilih material kapur aktif MESS 70%. Kapur aktif adalah material yang digunakan untuk proses pengolahan limbah hasil produksi. Sebelum limbah cair dibuang ke lingkungan terlebih dahulu harus diturunkan kadar keasamannya dengan menggunakan kapur aktif. Kebutuhan terhadap kapur aktif sangat tinggi setiap minggunya dikarenakan volume limbah yang dihasilkan juga tinggi. Batas kualitas 70% ditetapkan untuk menjaga kualitas hasil netralisir limbah sehingga

limbah yang dikeluarkan ke lingkungan terjamin tidak akan mengganggu kelestarian lingkungan hidup.

#### **4.2.2 Penentuan Alternatif Awal *Supplier***

Setelah dipilih material objek amatan berupa kapur aktif selanjutnya ditetapkan beberapa vendor sebagai alternatif awal *supplier*. Manajemen PT Petrokimia Gresik mempunyai sistem database terintegrasi yang menyimpan semua informasi bisnis prosesnya termasuk kegiatan pengadaan ini.

Terdapat beberapa vendor yang terdata sebagai alternatif *supplier* kapur aktif kemudian diambil lima sampel *vendor* yang dianggap terbaik untuk kapur aktif MESS 70% antara lain : K3PG, Ladang Hijau, Melirang Mukti W, Sawunggaling dan Sidorejo. Beberapa calon *supplier* ini yang akan menjadi alternatif dalam komputasi ANP.

### **4.3 Penentuan Kriteria Pemilihan *Supplier***

Dalam penentuan *supplier* terpilih perlu dilakukan identifikasi kriteria dan subkriteria performansi *green procurement* untuk mendapatkan *supplier* dengan performansi yang tinggi. Kriteria dan subkriteria daya performansi *supplier* dilakukan diidentifikasi dari pendapat ahli dan penelitian sebelumnya kemudian divalidasi dengan keadaan sebenarnya pada PT Petrokimia Gresik.

#### **4.3.1 Identifikasi Kriteria dan Subkriteria**

Identifikasi kriteria dan subkriteria didasarkan oleh pendapat ahli dan referensi dari penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan kriteria pemilihan *supplier* berbasis *green procurement*. Kriteria dan subkriteria pemilihan *green supplier* didasarkan pada penelitian Lee et al (2009) dan Humprey (2004) antara lain faktor biaya, lingkungan, kualitas, organisasi dan pelayanan. Kriteria tersebut kemudian masih diidentifikasi beberapa subkriteria yang akan mendetailkan lingkup acuan performansinya antara lain dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Kriteria dan subkriteria *green procurement*

Kriteria	Subkriteria
Finansial (B)	Harga Penawaran (B1)
	Kondisi finansial (B2)
Lingkungan (C)	<i>Green Process</i> , dimana proses produksi hingga distribusinya mengacu pada konsep ramah lingkungan (C1)
	Mempunyai teknologi dan fasilitas pengolahan limbah yang terbentuk, dapat menaggulangi polusi yang terjadi pada lingkungan (C2)
	<i>Environment management</i> , mempunyai aturan management atau standar operasional yang mengatur pada pengelolaan lingkungan hidup (C3)
Kualitas (D)	Kesesuaian MSDS dan spesifikasi (D1)
	<i>Quality Assurance</i> untuk produk dengan kualitas rendah (D2)
Organisasi (E)	Reputasi <i>supplier</i> kepada pihak luar termasuk PT Petrokimia Gresik (E1)
	Keadaan sumber daya organisasi (E2)
Pelayanan (F)	Kapasitas produksi (F1)
	Ketepatan waktu pengiriman (F2)
	<i>Flexibility</i> , kemampuan <i>supplier</i> untuk merespon perubahan permintaan perusahaan baik volume permintaan, waktu pengiriman dan lain sebagainya (F3)

Berikut penjelasan untuk masing-masing kriteria dan subkriteria yang telah diidentifikasi:

#### 1. Finansial (B)

Kriteria finansial menunjukkan kondisi keuangan dan faktor harga yang ditetapkan oleh *supplier*. Kriteria finansial terdiri dari beberapa subkriteria antara lain:

a. Harga Penawaran (B1)

Subkriteria harga produk mengidentifikasi biaya yang ditawarkan pihak *supplier* pada pertama kali proses penentuan harga pokok. Harga penawaran biasanya disesuaikan dengan biaya produksi yang dikeluarkan pihak *supplier* sehingga secara tidak langsung mencerminkan kondisi finansial perusahaan.

b. Kondisi finansial (B2)

Kondisi finansial menjadi salah satu parameter apakah kinerja *supplier* masih berada pada kondisi baik atau tidak. Kondisi finansial menunjukkan reputasi keuangan organisasi dimana organisasi tersebut sedang mengalami perkembangan atau sebaliknya mengalami kerugian.

2. Lingkungan (C)

Kriteria lingkungan mengukur kinerja *supplier* dari aspek kepedulian terhadap keselamatan lingkungan hidup. Lingkungan disini bisa berarti lingkungan kerja (lantai produksi dan pekerja) maupun lingkungan hidup disekitarnya. Kriteria ini menjadi perwakilan dari konsep *green procurement* untuk menentukan *supplier* yang optimal. Kriteria lingkungan terdiri dari beberapa subkriteria antara lain:

a. *Green process* (C1)

*Green process* menunjukkan bahwa *tiap-tiap* tahapan proses produksi *supplier* hingga *packaging* dan distribusi telah menerapkan konsep ramah lingkungan. Proses produksi yang ramah lingkungan artinya menggunakan metode dan teknologi yang tidak merusak lingkungan. *Packaging* yang baik juga penting khususnya untuk produk kimia sehingga pada proses distribusinya tidak terjadi kebocoran yang akan mencemari lingkungan luar.

b. Teknologi pengolahan limbah (C2)

Proses produksi material tambang dan kimia tidak terlepas dari efek samping limbah. Limbah yang terjadi bisa dalam bentuk sisa material tambang maupun debu

dan asap mesin produksi. *Supplier* yang menerapkan konsep *green* tentunya harus memiliki fasilitas maupun teknologi pengolahan limbah sehingga keluaran yang dibuang ke lingkungan sudah tidak mempunyai daya cemar lagi.

c. Environment management (C3)

*Environment management* yaitu sistem manajemen perusahaan yang berawal dari kesadarannya terhadap pemeliharaan lingkungan hidup. *Environment management* yang diterapkan pada perusahaan pada umumnya adalah standar ISO 14001 yang berisikan standar dan panduan pengelolaan dan pemeliharaan lingkungan hidup.

3. Kualitas (D)

Kriteria kualitas menjadi faktor terpenting dalam pemilihan *supplier*. Perusahaan berusaha menjaga kepercayaan pelanggan dengan menyediakan produk yang berkualitas, hal ini dapat diwujudkan jika material yang diolah juga berkualitas. Kriteria kualitas terdiri dari beberapa subkriteria antara lain:

a. Kesesuaian dengan MSDS dan Spesifikasi (D1)

Aspek kualitas material tambang dan kimia pada PT Petrokimia Gresik adalah kesesuaian dengan MSDS atau *material safety data sheet*. MSDS berisikan standar kualitas dan kandungan material hingga standar prosedur penanganan. *Supplier* yang baik harus mematuhi standar MSDS tersebut dan menjamin materialnya sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

b. *Quality Assurance* untuk produk kualitas rendah (D2)

*Quality Assurance* menjamin perusahaan dapat melakukan pengembalian (klaim) maupun penggantian akibat material yang disediakan *supplier* tidak sesuai spesifikasi.

#### 4. Organisasi (E)

Kriteria organisasi mengidentifikasi kondisi organisasi *supplier*, manajemen maupun personal didalamnya yang dapat menunjukkan bahwa *supplier* tersebut mempunyai performansi baik atau sebaliknya. Kriteria kualitas terdiri dari beberapa subkriteria antara lain:

##### a. Reputasi *supplier* (E1)

Reputasi *supplier* merupakan akumulasi dari kinerja secara historis yang dinilai dari pihak luar atau dalam hal ini adalah perusahaan pembeli. Reputasi bisa disebabkan karena faktor lain seperti manajemen *supplier* yang rapi, kualitas material yang dikirim serta pelayanan yang baik.

##### b. Sumber daya organisasi (E2)

Perusahaan dapat melakukan proses bisnisnya dengan optimal jika didukung dengan sumber daya organisasi yang baik dan berkualitas. Sumber daya organisasi dapat berupa manusia yang berkompetensi maupun sistem manajemen yang efektif. Sumber daya organisasi yang reliable dapat menjamin performansi *supplier* yang optimal.

#### 5. Pelayanan (F)

Kriteria pelayanan menjadi salah satu faktor penentu kepuasan pelanggan. Pelayanan *supplier* yaitu dengan menyediakan material yang berkualitas dan pengiriman yang tepat waktu akan meningkatkan kepuasan perusahaan pembeli. Kriteria pelayanan terdiri dari beberapa subkriteria antara lain:

##### a. Kapasitas produksi (F1)

Kapasitas produksi menunjukkan volume produk yang dapat disediakan dalam satuan waktu untuk mencukupi permintaan pembeli. Terkadang perusahaan akan memilih *supplier* yang mempunyai kapasitas tinggi untuk menjamin *availability* bahan baku, terlebih lagi jika kebutuhan perusahaan terhadap bahan baku tersebut dalam jumlah yang besar.

- b. Ketepatan waktu kirim (F2)  
Ketepatan waktu kirim menjadi salah satu faktor yang penting dan sangat sensitif dalam pemilihan *supplier*. Jika terjadi keterlambatan pengiriman bahan baku sedangkan kondisi persediaan telah habis sehingga perusahaan terpaksa melakukan penghentian produksi. Hal ini akan menimbulkan kerugian yang besar.
- c. *Flexibility* (F3)  
*Flexibility* diartikan sebagai kemampuan *supplier* untuk merespon perubahan permintaan perusahaan baik volume permintaan, waktu pengiriman dan lain lain. *Flexibility* menuntut kelancaran komunikasi antara *supplier* dengan perusahaan pembeli sehingga perubahan yang terjadi bisa ditangani dengan baik.

#### 4.3.2 Validasi Kriteria dan Subkriteria

Kriteria dan subkriteria yang diidentifikasi sebelumnya belum bisa dipastikan kesesuaiannya jika diterapkan pada PT Petrokimia Gresik, khususnya untuk bahan baku kapur aktif. Sehingga perlu dilakukan validasi sebelum digunakan sebagai kriteria dan subkriteria dalam ANP. Proses validasi dilakukan dengan melakukan wawancara dengan pihak ahli di PT Petrokimia Gresik yaitu dengan departemen Perencanaan Gudang Material dan Departemen Pengadaan terkait kriteria-kriteria yang mempengaruhi pemilihan *supplier* berbasis *green procurement* khususnya untuk material kapur aktif. Kriteria dan subkriteria yang telah diidentifikasi dan dianalisa sebelum akhirnya diputuskan apakah subkriteria tersebut valid atau tidak. Melalui wawancara intensif diperoleh bahwa subkriteria yang dianggap tidak valid oleh pihak ahli PT Petrokimia Gresik antara lain:

1. *Environment management* (C3)  
*Supplier* yang menyediakan bahan baku kapur aktif masih berupa perusahaan tradisional dan belum menerapkan standarisasi *environment management* pada proses bisnisnya.

Sehingga subkriteria tersebut tidak sesuai untuk dijadikan acuan performansi.

#### 4.3.3 Hubungan Antar Subkriteria

Subkriteria merupakan bagian dari kriteria-kriteria dimana subkriteria dapat berhubungan dengan subkriteria yang berada dalam satu cluster (*inner cluster*) ataupun berbeda (*outer cluster*). Hubungan antar subkriteria dapat dilihat tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hubungan antar subkriteria

Kriteria/ <i>cluster</i>	Subkriteria	<i>Inner cluster</i>	<i>Inter cluster</i>
Finansial	Harga penawaran		<i>Green Process (production)</i>
			kesesuaian MSDS ( <i>specs</i> )
			Reputasi <i>supplier</i>
			Kapasitas produksi
	Kondisi finansial	Harga penawaran	Ketepatan waktu kirim
			Reputasi <i>supplier</i>
Lingkungan	<i>Green Process (production)</i>	teknologi pengolahan limbah	Kapasitas produksi
	Teknologi pengolahan limbah	<i>Green Process (production)</i>	kesesuaian MSDS ( <i>specs</i> )
			Reputasi <i>supplier</i>
			Kapasitas produksi
Kualitas	kesesuaian MSDS ( <i>specs</i> )		Harga penawaran
			Kapasitas produksi
	<i>Quality Assurance for abnormal</i>	kesesuaian MSDS ( <i>specs</i> )	<i>Green Process (production)</i>
			<i>Green Process (production)</i>
Organisasi	Reputasi <i>supplier</i>		<i>Flexibility</i>
			Kondisi finansial
			<i>Green Process (production)</i>
			teknologi pengolahan limbah
	Sumber daya organisasi	Reputasi <i>supplier</i>	kesesuaian MSDS ( <i>specs</i> )
			Ketepatan waktu kirim
Pelayanan	Kapasitas produksi		Kondisi finansial
			<i>Green Process (production)</i>
			Sumber daya organisasi
	Ketepatan waktu kirim	Kapasitas produksi	Kondisi finansial
			kesesuaian MSDS ( <i>specs</i> )
			<i>Quality Assurance for abnormal</i>
	<i>Flexibility</i>	Kapasitas produksi	Kondisi finansial
		Ketepatan waktu kirim	



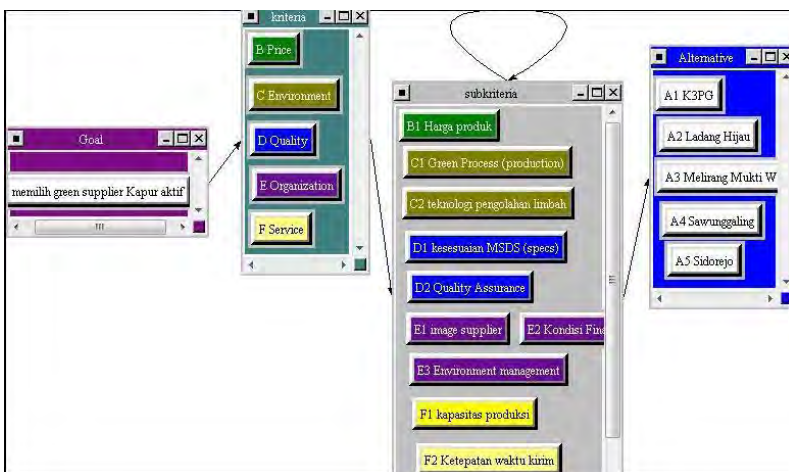
#### 4.4 Analytical Network Process (ANP)

Metode *analytical network process* (ANP) digunakan untuk mengetahui bobot dari masing-masing kriteria, subkriteria dan alternatif sehingga diperoleh *supplier* dengan *competitive advantage* dan menerapkan konsep ramah lingkungan terbaik. Sebelum dilakukan penentuan bobot kriteria, subkriteria, dan alternatif, dilakukan terlebih dahulu identifikasi hubungan antar kriteria, antar subkriteria, dan antara subkriteria dan alternatif.

##### 4.4.1 Model ANP

Metode ANP dilakukan dengan bantuan *software Super Decision*, dimana pada prosesnya diawali dengan pembuatan model *cluster* yang menunjukkan hirarki antara *goal*, kriteria, subkriteria, dan alternatif. Melalui model ini pula akan terlihat hubungan antar kriteria, antar subkriteria, serta antara subkriteria dengan alternatif.

Berikut model hubungan antar *cluster* dan *node* ANP pemilihan *supplier* berbasis *green procurement* pada gambar 4.2



Gambar 4.2 Model pengerjaan ANP dengan Software *Super Decision*

Pada model ANP tersebut ditentukan hubungan (*interdependencies*) antar kriteria dalam „*cluster kriteria*’, hubungan antar subkriteria dalam „*cluster subkriteria*’, dan hubungan antara masing-masing *node* dalam *cluster* subkriteria dengan *node* dalam *cluster* alternatif.

Hubungan antar kriteria akan menunjukkan besar tingkat kepentingan satu kriteria dibandingkan dengan yang lainnya. Begitu pula dengan hubungan antar subkriteria. Suatu node subkriteria dihubungkan dengan node subkriteria lain atas dasar hubungannya terhadap sebuah *node* subkriteria .

#### **4.4.2 Perhitungan Bobot ANP**

Tujuan digunakannya ANP adalah untuk mengetahui bobot yang dimiliki oleh tiap subkriteria dan alternatif, sehingga pada akhirnya diketahui subkriteria yang memiliki tingkat pengaruh tinggi pada performansi *supplier* serta alternatif *supplier* terbaik dengan bobot prioritas paling tinggi. Bobot prioritas ini didapat dengan membandingkan masing-masing kriteria, subkriteria, dan alternatif yang memiliki keterkaitan dengan *pairwise comparison*. Nilai yang didapat pada *Matrixs pairwise comparison* merupakan nilai yang diberikan oleh para ahli (berupa *expert judgement*) yang berhubungan dengan permasalahan pemilihan lokasi. Selanjutnya dibuat *Matrix - Matrix pairwise comparison* keterkaitan (*interdependencies*), *supermatrix*, dan *Limit Matrix*.

##### **4.4.2.1 Matrix dan Perhitungan Pairwise Comparison**

Perbandingan terhadap kriteria, subkriteria , dan alternatif dilakukan dengan menggunakan *expert judgement*. Ahli terdiri dari pihak ahli PT Petrokimia Gresik yang berasal dari departemen Perencanaan Gudang Material dan departemen Pengadaan berjumlah tiga responden. Departemen tersebut dipilih karena memiliki kewenangan daalam menentukan *supplier* yang bekerjasama dengan PT Petrokimia Gresik. Nilai relatif yang

didapat dari pihak ahli akan diolah dengan metode rata-rata geometri.

#### 4.4.2.2 Kuesioner *Expert Judgement*

Kuesioner berdasarkan *expert judgement* memperbandingkan kriteria, subkriteria, dan subkriteria dengan alternatif *supplier*. Berikut kuesioner *expert judgement* untuk ketiga elemen tersebut.

#### b. Kuesioner Perbandingan Kriteria

Kuesioner perbandingan kriteria digunakan untuk mendapatkan tingkat kepentingan tiap kriteria terhadap (*with respect to*) tujuan (*goal*). Berikut skala perbandingan beserta contoh kuesioner perbandingan kriteria pada tabel 4.3 dan 4.4.

Tabel 4.3 Skala *pairwise comparison*

Skala	Definisi
1	Dua elemen memiliki tingkat kepentingan sama
3	Elemen satu sedikit lebih penting dari elemen lain
5	Elemen satu lebih penting dari elemen lain
7	Elemen satu sangat lebih penting dari elemen lain
9	Elemen satu mutlak lebih penting dari elemen lain
2, 4, 6, 8	Nilai tengah diantara dua penilaian, jika ragu

Tabel 4.4 Kuesioner Perbandingan Kriteria (*with respect to: goal*)

No	Comparisons wrt "memilih green supplier Kapur aktif" node in "kriteria" cluster																		
1	B Price	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C Environment
2	B Price	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D Quality
3	B Price	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E Organization
4	B Price	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F Service
5	C Environment	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D Quality
6	C Environment	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E Organization
7	C Environment	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F Service
8	D Quality	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E Organization
9	D Quality	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F Service
10	E Organization	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F Service

### c. Kuesioner Perbandingan Subkriteria

Kuesioner perbandingan subkriteria dirancang berdasarkan hubungan keterkaitan yang terdapat antar subkriteria. Berikut contoh kuesioner hubungan keterkaitan antar subkriteria pada tabel 4.5 dan 4.6.

Tabel 4.5 Perbandingan Subkriteria  
(with respect to: C2 Teknologi pengolahan limbah)

Comparisons wrt "C2 teknologi pengolahan limbah" node in "subkriteria" duster																		
C1 Green Process (production)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C3 Environment managemen
C1 Green Process (production)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E1 image supplier
C1 Green Process (production)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E2 Green Competencies
C3 Environment management	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E1 image supplier
C3 Environment management	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E2 Green Competencies
E1 image supplier	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E2 Green Competencies

Tabel 4.6 Perbandingan Subkriteria  
(with respect to: F1 Kapasitas produksi)

Comparisons wrt "F1.kapasitas produksi" node in "subkriteria" cluster																		
B2 Kondisi Finansial	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C1 Green Process (production)
B2 Kondisi Finansial	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E3 Sumber Daya Organisasi
C1 Green Process (production)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E3 Sumber Daya Organisasi

Kuesioner perbandingan subkriteria secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 2.

#### d. Kuesioner Perbandingan Subkriteria dengan Alternatif

Kuesioner perbandingan subkriteria dengan alternatif akan menilai kinerja *tiap-tiap supplier* berdasarkan subkriteria yang ditetapkan. Berikut contoh kuesioner hubungan keterkaitan subkriteria dengan alternatif pada tabel 4.7 dan 4.8.

Tabel 4.7 Perbandingan Alternatif  
(with respect to: C2 Teknologi pengolahan limbah)

Comparisons wrt "C2 teknologi pengolahan limbah" node in "A Alternative" cluster																		
A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2 Ladang Hijau
A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Mukti W
A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Mukti W
A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
A3 Melirang Mukti W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
A3 Melirang Mukti W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
A4 Sawunggaling	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo

Tabel 4.8 Perbandingan Alternatif  
(with respect to: F1 Kapasitas produksi)

Comparisons wrt "F1 kapasitas produksi" node in "A Alternative" cluster																		
A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2 Ladang Hijau
A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Mukti W
A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Mukti W
A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
A3 Melirang Mukti W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
A3 Melirang Mukti W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
A4 Sawunggaling	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo

Kuesioner perbandingan alternatif terhadap subkriteria secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 2.

#### 4.4.2.3 *Matrix* Pendapat Individu

*Matrix* pendapat individu merupakan *matrix* yang diisi berdasarkan kuesioner satu orang ahli ditunjukkan pada gambar 4.3.  $C_1, C_2, \dots, C_n$  adalah set elemen pada setiap tingkat keutusan dalam hirarki. Kuantifikasi pendapat dari hasil *pairwise comparison* membentuk *matrix*  $n \times n$ . Nilai  $a_{ij}$  merupakan nilai *matrix* pendapat hasil komparasi yang mencerminkan nilai kepentingan  $C_i$  terhadap  $C_j$ .

		$C_1$	$C_2$	.....	$C_n$
$A=(a_{ij})=$	$C_1$	1	$a_{12}$	.....	$a_{1n}$
	$C_2$	$1/a_{12}$	1	.....	$a_{2n}$
	....	.....	.....	.....	.....
	$C_n$	$a_{1n}$	$a_{2n}$	.....	1

Gambar 4.3 *Matrix* pendapat individu

Berikut contoh *matrix* pendapat individu dari tiga responden pada *pairwise comparison* subkriteria E1 reputasi *supplier* pada tabel 4.9 a,b, dan c.

Tabel 4.9 *Matrix* individu tiga responden untuk E1 reputasi *supplier*

Responden 1	<i>Green process</i>	Teknologi pengolahan limbah	Kesesuaian MSDS	Ketepatan waktu
Kondisi finansial	9	9	9	9
<i>Green process</i>	1	1	9	5
Teknologi pengolahan limbah		1	9	5
Kesesuaian MSDS			1	0.2

(a)

Responden 2	<i>Green process</i>	Teknologi pengolahan limbah	Kesesuaian MSDS	Ketepatan waktu
Kondisi finansial	5	5	7	5
<i>Green process</i>	1	3	3	3
Teknologi pengolahan limbah		1	5	7
Kesesuaian MSDS			1	0.2

(b)

Responden 3	<i>Green process</i>	Teknologi pengolahan limbah	Kesesuaian MSDS	Ketepatan waktu
Kondisi finansial	1	5	9	9
<i>Green process</i>	1	9	7	1
Teknologi pengolahan limbah		1	1	1
Kesesuaian MSDS			1	1

(c)

*Matrix* individu yang telah diberi nilai oleh responden akan digunakan sebagai perhitungan *matrix* gabungan dengan rumus rata-rata geometri.

#### 4.4.2.4 *Matrix* Pendapat Gabungan

*Matrix* pendapat gabungan merupakan *matrix* baru yang elemen-elemennya ( $g_{ij}$ ) berasal dari rata-rata geometrik elemen *matrix* pendapatan individu yang nilai rasio konsistensinya (CR) memenuhi syarat. Tujuan dari penyusunan *matrix* pendapat gabungan ini adalah untuk membentuk suatu *matrix* yang mewakili *matrix-matrix* pendapat individu yang ada. Berikut *pairwise comparison* gabungan berdasarkan rata-rata geometrik:

$$a_w = \sqrt[n]{a_1 \times a_2 \times \dots \times a_n}$$

Keterangan:

$a_i$  = penilaian responden ke- $i$

$a_w$  = penilaian gabungan

$n$  = banyaknya responden

Berikut contoh *matrix* pendapat gabungan dari *matrix* pendapat individu sebelumnya untuk subkriteria E1 reputasi *supplier* pada tabel 4.10

Tabel 4.10 *Matrix* gabungan E1 reputasi *supplier*

<i>Matrix</i> gabungan	<i>Green process</i>	Teknologi pengolahan limbah	Kesesuaian MSDS	Ketepatan waktu
Kondisi finansial	3.51	5.97	8.10	7.25
<i>Green process</i>	1	2.97	5.64	2.44
Teknologi pengolahan limbah		1	3.51	3.23
Kesesuaian MSDS			1	0.34



Perhitungan *matrix* gabungan tersebut selanjutnya diinputkan pada pairwise comparison super decision seperti gambar 4.4.

Inconsistency	1 Green Process (production)	C2 teknologi pengolahan limbah	kesesuaian MSD (specs)	Ketepatan waktu kirim
2 Kondisi Finansial	3.51	5.97	8.1	7.25
1 Green Process (production)		2.97	5.64	2.4
C2 teknologi pengolahan limbah			3.51	3.23
kesesuaian MSD (specs)				2.89

Gambar 4.4 pairwise comparison *Super Decision*

*Matrix* gabungan kriteria dan subkriteria, serta subkriteria terhadap alternatif dapat dilihat pada Lampiran 4.

#### 4.4.2.5 *Supermatrix* dan *Limit Matrix*

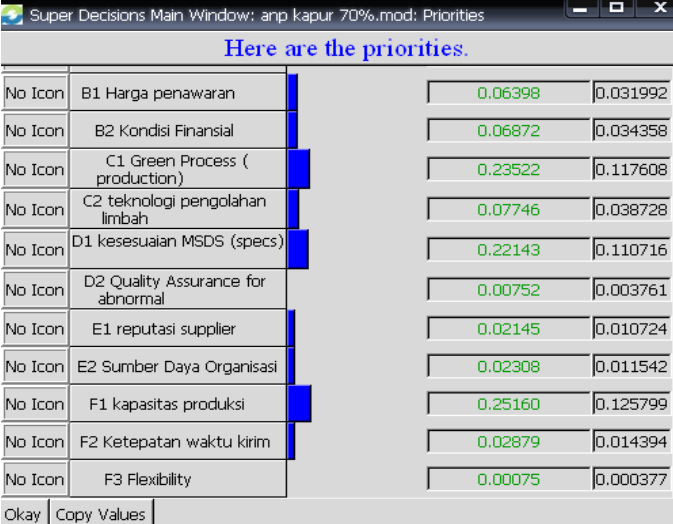
*Supermatrix* dihasilkan berdasarkan interaksi dan hubungan yang terdapat antar kriteria, antar subkriteria, dan antara subkriteria dengan alternatif lokasi. Hubungan dilihat dari adanya ketergantungan antar kriteria, subkriteria, maupun subkriteria terhadap alternatif lokasi.

*Weighted* dan *Unweighted Supermatrix* serta *Limit Matrix* dapat dilihat pada Lampiran 6,7 dan 8.

#### 4.4.2.6 *Bobot subkriteria*

Dari *supermatrix* diperoleh bobot prioritas tiap subkriteria yang menunjukkan besarnya pengaruh subkriteria tersebut terhadap solusi alternatif yang didapatkan. Bobot terbesar terletak

pada subkriteria kapasitas produksi dengan 0.2516 kemudian *green process* sebesar 0.23522 serta kesesuaian MSDS dengan prosentase 0.2214. Bobot prioritas masing-masing subkriteria dapat dilihat pada gambar 4.5.



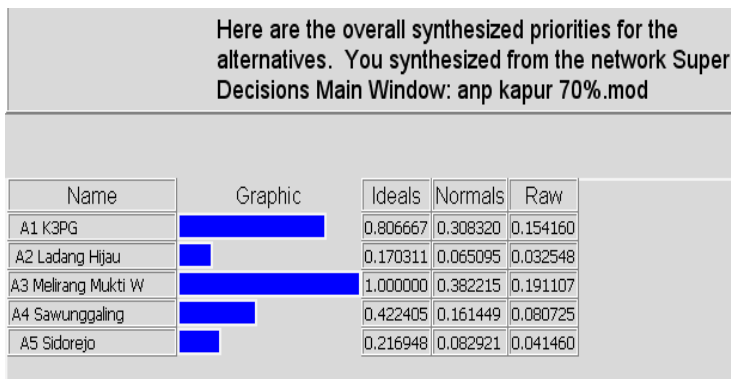
Here are the priorities.			
No Icon	B1 Harga penawaran	0.06398	0.031992
No Icon	B2 Kondisi Finansial	0.06872	0.034358
No Icon	C1 Green Process (production)	0.23522	0.117608
No Icon	C2 teknologi pengolahan limbah	0.07746	0.038728
No Icon	D1 kesesuaian MSDS (specs)	0.22143	0.110716
No Icon	D2 Quality Assurance for abnormal	0.00752	0.003761
No Icon	E1 reputasi supplier	0.02145	0.010724
No Icon	E2 Sumber Daya Organisasi	0.02308	0.011542
No Icon	F1 kapasitas produksi	0.25160	0.125799
No Icon	F2 Ketepatan waktu kirim	0.02879	0.014394
No Icon	F3 Flexibility	0.00075	0.000377

Okay Copy Values

Gambar 4.5 Ouput pembobotaan subkriteria dengan *Super Decision*

#### 4.4.2.7 *Supplier Terpilih*

Setelah dilakukan pemilihan alternatif *supplier* dengan menggunakan metode ANP, dapat dilihat bobot prioritas dari masing-masing alternatif diperoleh Melirang MW mendapatkan bobot prioritas tertinggi, yaitu sebesar 0.3822, selanjutnya K3PG dengan bobot sebesar 0.3083, Sawunggaling sebesar 0.1614, Sidorejo dengan bobot 0.0825 dan ladang hijau sebesar 0.065.



Gambar 4.6 Alternatif terpilih dengan *Super Decision*

Diperoleh Perusahaan Melirang MW dan K3PG merupakan alternatif *supplier* untuk Material Kapur aktif CAO 70% yang paling kompetitif dan mendekati konsep ramah lingkungan.

#### 4.5 *Taguchi loss function*

*Taguchi loss function* melakukan identifikasi kerugian perusahaan dikarenakan ketidaksesuaian pencapaian kriteria maupun subkriteria terhadap nilai target yang ditetapkan perusahaan.

##### 4.5.1 *Pengumpulan Data Criteria Loss*

Berikut data untuk masing-masing *criteria loss* pada pembelian kapur aktif :

a. Harga penawaran

Harga penawaran menunjukkan harga yang diinginkan dari pihak *supplier*. Jika terjadi perbedaan yang besar dengan harga yang ditetapkan perusahaan maka bisa menimbulkan potensi kerugian di kedua belah pihak. Berikut harga penawaran untuk masing-masing *supplier* dilihat pada tabel 4.11

Tabel 4.11 Harga penawaran tiap *supplier*

Calon <i>supplier</i>	Harga penawaran	target
K3PG	760000	690000
Ladang Hijau	700000	
Melirang Mukti W	780000	
Sawunggaling	730000	
Sidorejo	700000	

Semakin besar nilai harga penawaran *supplier* terhadap target harga perusahaan, maka semakin besar potensi ketugian baik dari sisi perusahaan maupun *supplier* sendiri.

b. Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi dapat menunjukkan keandalan dan fleksibilitas *supplier* untuk memenuhi kebutuhan perusahaan. Kapasitas yang besar bisa menjamin permintaan terpenuhi dengan tepat baik volume maupun waktu pengiriman. Berikut kapasitas produksi untuk tiap *supplier* pada tabel 4.12.

Tabel 4.12 Kapasitas produksi tiap *supplier*

Calon <i>supplier</i>	Kapasitas Produksi/ Ton
K3PG	40
Ladang Hijau	20
Melirang Mukti W	40
Sawunggaling	10
Sidorejo	15

Semakin besar kapasitas produksi *supplier* maka semakin baik performansi *supplier* tersebut. Kapasitas produksi tidak menunjukkan *loss* secara langsung bagi perusahaan karena dianggap sebagai parameter alokasi volume permintaan sehingga tidak ditargetkan volume yang diharapkan, tetapi kapasitas yang baik dapat mendukung performansi suatu *supplier*.

c. Kesesuaian MSDS dan spesifikasi

Kesesuaian MSDS dan spesifikasi diwakili oleh prosentase kandungan CAO dalam kapur aktif. Semakin besar kandungan CAO kualitas kapur semakin baik. Ditetapkan minimal kandungan kapur sebesar 70%. Berikut rata rata kandungan CAO material kapur aktif dari *tiap-tiap supplier* pada tabel 4.13.

Tabel 4.13 Rata rata kandungan CAO tiap *supplier*

Calon <i>supplier</i>	Kandungan CAO					Rata	target
K3PG	68.03	77.73	81.57	80.54	73	76.17	Min 70%  70- 80%
Ladang Hijau	72	81.2	65.6	76.4	72.1	73.4	
M MW	83.3	69.35	77.1	80.23	78.5	77.7	
Sawunggaling	79.62	72.75	74.36	79.23	76.8	76.56	
Sidorejo	71.87	65.43	72.26	79.13	70.7	71.8	

Batasan target pencapaian MSDS oleh perusahaan adalah minimal 70% dengan *range* antara 70 hingga 80%. Maksimal 80% ditetapkan karena kebutuhan kandungan CAO untuk material ini tidak terlalu dibutuhkan melebihi 80%. Hal ini disebabkan oleh adanya jenis material kapur aktif lain yang memenuhinya yaitu kapur aktif CAO 80%.

d. Ketepatan waktu pengiriman

*Leadtime* proses pengadaan terhadap material kapur aktif biasanya dihitung perminggu dikarenakan kebutuhan yang besar untuk material tersebut. Selama *leadtime* tersebut terjadi *purchase order*, pengiriman barang, dan verifikasi kesesuaian spesifikasi. Sehingga ditetapkan *leadtime* Pengadaan kapur aktif adalah maksimal satu minggu. Berikut waktu pengiriman masing-masing *supplier* pada tabel 4.14.

Tabel 4.14 *Leadtime* tiap *supplier*

Calon <i>supplier</i>	<i>Leadtime</i>	target
K3PG	4	3-7 hari
Ladang Hijau	6	
Melirang Mukti W	5	
Sawunggaling	5	
Sidorejo	6	

Ketika performansi *leadtime supplier* sama dengan target minimal yaitu tiga hari maka didefinisikan bahwa kerugian sama dengan nol. Di saat *leadtime supplier* melebihi target maksimal yaitu melebihi tujuh hari maka didefinisikan bahwa kerugian sama dengan 100%. Sedangkan jika *leadtime supplier* berada diantara *range* target diatas, maka kerugian akan proporsional berdasarkan lamanya hari tersebut.

e. *Service factor rating* (SFR)

Monczka dan Trecha (1988) dan Liao dan Kao (2010) merekomendasikan penggunaan *service factor rating* atau SFR dalam mengukur kriteria *loss* pada subkriteria yang tidak dapat dikuantitatifkan *loss* yang terjadi atau terlalu sulit diidentifikasi. SFR digunakan untuk subkriteria *Green process*, teknologi pengolahan limbah, kondisi finansial, sumber daya organisasi, *Quality Assurance* dan *Flexibility*.

SFR disajikan dalam bentuk prosentase harapan perusahaan dibandingkan dengan prosentase pencapaian *supplier*. Semakin baik performansi subkriteria SFR suatu *supplier* maka semakin besar nilai SFR-nya dan mendekati 100%. Nilai target SFR perusahaan juga mempunyai *range* batasan. Disaat performansi SFR *supplier* mencapai 100% maka didefinisikan bahwa kerugian sama dengan nol dan sebaliknya jika performansi SFR dibawah batas prosentase minimal maka didefinisikan kerugian sama dengan 100%.

1. *Green process* pada tabel 4.15.Tabel 4.15 Performansi *Green process supplier*

Calon <i>supplier</i>	performansi	target
K3PG	80	70-100%
Ladang Hijau	65	
Melirang Mukti W	85	
Sawunggaling	75	
Sidorejo	60	

## 2. Teknologi pengolahan limbah pada tabel 4.16.

Tabel 4.16 Teknologi pengolahan limbah *supplier*

Calon <i>supplier</i>	performansi	target
K3PG	80	70-100%
Ladang Hijau	70	
Melirang Mukti W	82	
Sawunggaling	78	
Sidorejo	70	

## 3. Kondisi finansial pada tabel 4.17.

Tabel 4.17 Performansi finansial *supplier*

Calon <i>supplier</i>	performansi	target
K3PG	95	70-100%
Ladang Hijau	70	
Melirang Mukti W	90	
Sawunggaling	85	
Sidorejo	70	

## 4. Sumber daya organisasi pada tabel 4.18.

Tabel 4.18 Performansi sumber daya organisasi *supplier*

Calon <i>supplier</i>	performansi	target
K3PG	90	80-100%
Ladang Hijau	76	
Melirang Mukti W	90	
Sawunggaling	80	
Sidorejo	75	

5. *Quality Assurance* pada tabel 4.19.

Tabel 4.19 Performansi *Quality Assurance supplier*

Calon <i>supplier</i>	performansi	target
K3PG	90	75-100%
Ladang Hijau	70	
Melirang Mukti W	86	
Sawunggaling	80	
Sidorejo	80	

6. *Flexibility* pada tabel 4.20.

Tabel 4.20 Performansi *Flexibility supplier*

Calon <i>supplier</i>	performansi	target
K3PG	85	80-100%
Ladang Hijau	70	
Melirang Mukti W	88	
Sawunggaling	80	
Sidorejo	75	

7. Reputasi *supplier* pada tabel 4.21.

Tabel 4.21 Performansi reputasi *supplier*

Calon <i>supplier</i>	performansi	target
K3PG	90	75-100%
Ladang Hijau	80	
Melirang Mukti W	95	
Sawunggaling	86	
Sidorejo	75	

#### 4.5.2 Koefisien kerugian subkriteria

Koefisien kerugian (k) adalah koefisien rata rata kerugian atau nilai penalti diakibatkan oleh ketidaksesuaian pencapaian kriteria tertentu dan Y merupakan performansi tiap *supplier*. Biaya ini dikenakan setiap terjadi perbedaan nilai target dengan nilai performansinya. Berikut biaya penalti tiap subkriteria pada tabel 4.22.



Tabel 4.22 Koefisien kerugian (penalti) subkriteria

Subkriteria	Koefisien kerugian (penalti)
Harga penawaran	Rp. 100,000.-
kapasitas produksi	tidak teridentifikasi <i>loss</i> secara finansial
Kesesuaian MSDS	Biaya kualitas diasumsikan 10% harga material Rp 69.000,-
Ketepatan waktu kirim	biaya transportasi Rp. 300.000,-
SFR	Tidak teridentifikasi <i>loss</i> secara finansial

#### 4.5.3 Perhitungan *Taguchi loss*

Perhitungan *taguchi loss* tiap subkriteria menggunakan formulasi berikut ini :

$$L(y) = k \cdot (y)^2, \quad k = A/\Delta^2, \quad \text{smaller is better}$$

$$L(y) = k/y^2, \quad k = A\Delta^2, \quad \text{larger is better}$$

dengan L adalah nilai kerugian sedangkan k adalah koefisien rata rata kerugian atau nilai penalti diakibatkan oleh ketidaksesuaian pencapaian kriteria tertentu dan Y merupakan performansi tiap *supplier*.

Subkriteria harga penawaran dan ketepatan waktu kirim menggunakan konsep *smaller is better*, sedangkan kesesuaian MSDS menganut konsep *loss larger is better* dimana semakin besar pencapaian nilai MSDS semakin baik performansi *supplier*. Berikut nilai *loss* dari ketiga subkriteria pada tabel 4.23.

Tabel 4.23 Nilai *Taguchi loss*

calon supplier	Harga penawaran	Kesesuaian MSDS	ketepatan waktu kirim
K3PG	Rp 5,217.00	Rp 54,799.80	Rp 18,750.00
Ladang Hijau	Rp 1,450.00	Rp 61,180.00	Rp 168,750.00
Melirang Mukti W	Rp 5,217.00	Rp 51,290.00	Rp 18,750.00
Sawunggaling	Rp 5,217.00	Rp 53,912.00	Rp 75,000.00
Sidorejo	Rp 1,450.00	Rp 64,860.00	Rp 168,750.00

Sedangkan untuk subkriteria kapasitas produksi dan kriteria-kriteria *service factor rating* (SFR) tidak bisa didefinisikan kerugiannya berdasarkan finansial sehingga nilai kerugian hanya berupa nilai performansi masing-masing *supplier*.

#### 4.6 *Multi-Choice Goal Programming (MCGP)*

MCGP digunakan untuk mengintegrasikan *aspiration level* dari *target value* yang diperoleh pada *taguchi loss function* dengan mempertimbangkan bobot kriteria *supplier* dari model ANP. MCGP menggunakan dua pendekatan nilai deviasi yang didasarkan pada konsep *Taguchi loss function* antara lain *more the better* untuk kapasitas produksi dan SFR sedangkan kriteria untuk kesesuaian MSDS, harga penawaran, *leadtime* pengiriman dan dengan fungsi *less the better*.

#### 4.6.1 Formulasi MCGP

Dalam formulasi pemrograman selalu ada dua elemen penyusun antara lain fungsi tujuan dan fungsi pembatas. Formulasi umum MCGP untuk pemilihan *supplier* sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 & \text{Min } \sum_{j=1}^{11} d_j^+ + d_j^- \\
 & \text{st. } F_j(X_i) - d_j^+ + d_j^- = y_j \\
 & d_j^+, d_j^- \geq 0 \\
 & X_i = \text{biner (1 dipilih atau 0 jika ditolak)} \\
 & i=1,2,5 \text{ (jumlah supplier)} \\
 & j=1,2,11 \text{ (jumlah subkriteria)}
 \end{aligned}$$

Dimana  $d_j^+$  dan  $d_j^-$  sebagai deviasi positif dan negatif dari pencapaian target subkriteria  $j$ .  $F_j$  merupakan nilai performansi subkriteria  $j$  berupa *taguchi loss* maupun SFR. Sedangkan  $X_i$  merupakan variabel keputusan *supplier* ke  $i$  terpilih atau tidak,  $X_i = 1$  jika *supplier* ke  $i$  terpilih dan  $X_i = 0$ , jika *supplier* ke  $i$  tidak terpilih. Dan yang terakhir  $Y_j$  merupakan target yang ditetapkan perusahaan terhadap subkriteria  $j$ .

Fungsi tujuan MCGP dalam permasalahan alternatif *supplier* terbaik yaitu meminimalkan deviasi antara nilai target perusahaan pada pencapaian masing-masing kriteria dengan nilai performansi *supplier*. Jika subkriteria akan lebih baik jika mempunyai nilai lebih besar dari nilai target (*more the better*) maka fungsi tujuannya meminimasi deviasi negatif ( $d^-$ ) dan sebaliknya jika kriteria akan lebih baik ketika mempunyai nilai lebih kecil dari nilai target (*less the better*) maka fungsi tujuannya meminimasi deviasi positif ( $d^+$ )

Selanjutnya masing-masing fungsi tujuan tersebut dikalikan dengan bobot tiap kriteria yang dihasilkan dari komputasi ANP yang dapat dilihat pada tabel 4.24.

Tabel 4.24 Bobot subkriteria hasil ANP

No index	Subkriteria	Nilai bobot
1	harga penawaran	0.063
2	kesesuaian MSDS	0.221
3	kapasitas produksi	0.251
4	ketepatan waktu kirim	0.028
5	<i>green process</i>	0.235
6	teknologi pengolahan limbah	0.077
7	kondisi finansial	0.068
8	<i>sumber daya organisasi</i>	0.023
9	<i>quality assurance</i>	0.007
10	<i>flexibility</i>	0.001
11	reputasi <i>supplier</i>	0.021

Berikut fungsi tujuan minimasi deviasi untuk masing-masing subkriteria pada tabel 4.25.

Tabel 4.25 Fungsi tujuan masing-masing subkriteria dalam MCGP

Subkriteria	Sifat Deviasi	Minimasi
harga penawaran	<i>less the better</i>	0.063 D1P
kesesuaian MSDS	<i>less the better</i>	0.221 D2P
kapasitas produksi	<i>more the better</i>	0.251 D3M
ketepatan waktu kirim	<i>less the better</i>	0.028 D4P
<i>green process</i>	<i>more the better</i>	0.235 D5M
teknologi pengolahan limbah	<i>more the better</i>	0.077 D6M
kondisi finansial	<i>more the better</i>	0.068 D7M
<i>sumber daya organisasi</i>	<i>more the better</i>	0.023 D8M
<i>quality assurance</i>	<i>more the better</i>	0.007 D9M
<i>flexibility</i>	<i>more the better</i>	0.001 D10M
reputasi <i>supplier</i>	<i>more the better</i>	0.021 D11M

Sedangkan untuk Fungsi pembatas merupakan performansi tiap suplier terhadap pencapaian target masing-masing subkriteria yang dinyatakan dalam bentuk nilai kerugian (*Taguchi loss function*) dan nilai nilai SFR. Dalam Fungsi pembatas nilai performansi  $F_j$  untuk subkriteria harga penawaran, kesesuaian MSDS dan ketepatan waktu pengiriman menggunakan nilai *taguchi loss* sedangkan untuk subkriteria yang lain menggunakan SFR.

Sedangkan nilai target  $Y_j$  disesuaikan dengan sifat karakteristik subkriterianya. Untuk subkriteria yang memiliki performansi lebih baik jika memiliki nilai minimal atau *less the better* maka ditetapkan  $Y_j$  dari nilai  $F_j$  terkecil, dan sebaliknya jika performansi subkriteria akan menjadi lebih baik jika memiliki nilai maksimal maka ditetapkan nilai  $Y_j$  dari  $F_j$  terbesar.

Sementara itu variabel keputusan  $X_i$  didefinisikan dengan *supplier* ke  $i$  diterima ( $X_i=1$ ) atau tidak ( $X_i=0$ ) dengan  $i$  sama dengan 1 sampai 5 dengan urutan *supplier* sebagai berikut : K3PG, Ladang Hijau, Melirang MW, Sawunggaling dan Sidorejo. Berikut fungsi pembatas dari tiap subkriteria pada tabel 4.26.

Tabel 4.26 Fungsi pembatas masing-masing subkeiteria dalam MCGP

Subkriteria	Sifat Deviasi	Nilai Target y	Fungsi pembatas $f_j(X_i) - d_j^+ + d_j^- = y_j$
harga penawaran	<i>less the better</i>	Nilai terendah	$5217X1+1450X2+5217X3+5217X4+1450X5 - D1P+D1M=1450$
kesesuaian MSDS	<i>less the better</i>	Nilai terendah	$54779X1+61180X2+51290X3+53912X4+64860X5-D2P+D2M=51290$
kapasitas produksi	<i>more the better</i>	Nilai tertinggi	$40X1+20X2+40X3+10X4+15X5-D3P+D3M=40$
ketepatan waktu kirim	<i>less the better</i>	Nilai terendah	$18750X1+168750X2+18750X3+75000X4+168750X5-D4P+D4M=18750$
<i>green process</i>	<i>more the better</i>	100%	$80X1+65X2+85X3+75X4+60X5-D5P+D5M=100$
teknologi pengolahan limbah	<i>more the better</i>	100%	$80X1+70X2+82X3+78X4+70X5-D6P+D6M=100$
kondisi finansial	<i>more the better</i>	100%	$95X1+70X2+90X3+85X4+70X5-D7P+D7M=100$
sumber daya organisasi	<i>more the better</i>	100%	$90X1+76X2+90X3+80X4+75X5-D8P+D8M=100$
<i>quality assurance</i>	<i>more the better</i>	100%	$90X1+70X2+86X3+80X4+80X5-D9P+D9M=100$
<i>flexibility</i>	<i>more the better</i>	100%	$85X1+70X2+90X3+80X4+75X5-D10P+D10M=100$
reputasi <i>supplier</i>	<i>more the better</i>	100%	$90X1+80X2+95X3+86X4+75X5-D11P+D11M=100$

Tahapan terakhir dilakukan integer goal programming yang mencari satu solusi terbaik dengan fungsi batasan sebagai berikut :

$$X1+X2+X3+X4+X5=1$$

Fungsi pemilihan *supplier* terbaik tersebut dapat dimodifikasi jumlah solusinya misal sama dengan dua ataupun tiga *supplier* tergantung kebutuhan yang diinginkan tetapi perlu dilakukan penyesuaian khususnya pada nilai target untuk SFR yaitu  $Y_j$  awal dikalikan dengan jumlah *supplier*. Hal ini untuk menghindari nilai total SFR dari *supplier* terpilih akan melebihi nilai target yang mengakibatkan tidak akan terdeteksi deviasi negatif yang terjadi sehingga nilai targetnya harus proporsional dengan jumlah solusi *supplier*.

#### 4.6.2 *Input* Komputasi Lindo

Komputasi MCGP untuk pemilihan *supplier green procurement* menggunakan software Lindo. Berikut formulasi yang digunakan untuk kondisi pemilihan satu *supplier* :

```
!fungsi tujuan minimasi deviasi pencapaian supplier pada kriteria
MIN 0.063D1P+0.221D2P+0.251D3N+0.028D4P+0.235D5N
+0.077D6N+0.068D7N+0.023D8N+0.007D9N+0.001D10N
+0.021D11N

!konstrain / pencapaian supplier
SUBJECT TO

!minimasi harga penawaran
5217X1+1450X2+5217X3+5217X4+1450X5-D1P+D1M=1450

!minimasi kesesuaian MSDS
54799X1+61180X2+51290X3+53912X4+64860X5-D2P+D2N=51290

!maksimasi kapasitas
40X1+20X2+40X3+10X4+15X5-D3P+D3N=40

!minimasi leadtime pengiriman
18750X1+168750X2+75000X3+75000X4+168750X5-D4P+D4N=18750

!maksimasi SFR green process
80X1+65X2+85X3+75X4+60X5-D5P+D5N=100

!maksimasi SFR teknologi pengolahan limbah
80X1+70X2+82X3+78X4+70X5-D6P+D6N=100

!maksimasi SFR kondisi finansial
95X1+70X2+90X3+85X4+70X5-D7P+D7N=100

!maksimasi SFR sumber daya organisasi
90X1+76X2+90X3+80X4+75X5-D8P+D8N=100

!maksimasi SFR quality assurance
90X1+70X2+86X3+80X4+80X5-D9P+D9N=100

!maksimasi SFR flexibility
85X1+70X2+90X3+80X4+75X5-D10P+D10N=100

!maksimasi SFR reputasi supplier
90X1+80X2+95X3+86X4+75X5-D11P+D11N=100

!memilih supplier optimal jika diinginkan satu supplier terbaik
X1+X2+X3+X4+X5=1

X1,2,3,4,5>=0
D1P...D11P>=0
D1M,...D11N>=0
END
INT X1,X2.. X5
```

Pada kasus memperoleh solusi *supplier* lebih dari satu maka nilai target  $Y_j$  untuk SFR dikalikan sebanyak *supplier* yang diinginkan. Berikut fungsi pembatas subkriteria SFR untuk solusi dua *supplier* :

!maksimasi SFR green process  
 $80X_1+65X_2+85X_3+75X_4+60X_5-D5P+D5N=200$   
 !maksimasi SFR teknologi pengolahan limbah  
 $80X_1+70X_2+82X_3+78X_4+70X_5-D6P+D6N=200$   
 !maksimasi SFR kondisi finansial  
 $95X_1+70X_2+90X_3+85X_4+70X_5-D7P+D7N=200$   
 !maksimasi SFR sumber daya organisasi  
 $90X_1+76X_2+90X_3+80X_4+75X_5-D8P+D8N=200$   
 !maksimasi SFR *quality assurance*  
 $90X_1+70X_2+86X_3+80X_4+80X_5-D9P+D9N=200$   
 !maksimasi SFR *flexibility*  
 $85X_1+70X_2+90X_3+80X_4+75X_5-D10P+D10N=200$   
 !maksimasi SFR reputasi *supplier*  
 $90X_1+80X_2+95X_3+86X_4+75X_5-D11P+D11N=200$   
  
 !memilih supplier optimal jika diinginkan satu *supplier* terbaik  
 $X_1+X_2+X_3+X_4+X_5=2$

Begitu juga pada fungsi pembatas subkriteria SFR untuk solusi tiga *supplier* yaitu masing masing nilai target  $Y_j$  dikalikan dengan tiga.

#### 4.6.3 Output komputasi MCGP

Berikut ini akan dipelihatkan ouput komputasi MCGP menggunakan Lindo dengan tiga kondisi yaitu ketika dicari satu alternatif *supplier* terbaik, dua alternatif serta tiga alternatif terbaik. Kondisi pertama diperoleh solusi terbaik dipegang oleh  $X_3$  yaitu *supplier* Melirang MW dengan nilai *objective value* sebesar 243.35



OBJECTIVE FUNCTION VALUE		
1) 243.3550		
VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	0.000000	282.53601
X2	0.000000	56.917000
X3	1.000000	281.46499
X4	0.000000	292.46402
X5	0.000000	59.400002

Kondisi kedua diperoleh dua solusi terbaik antara lain X3 yaitu *supplier* Melirang MW dan X1 yaitu K3PG dengan nilai *objective value* sebesar 13210.

OBJECTIVE FUNCTION VALUE		
1) 13210.29		
VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	1.000000	12923.735352
X2	0.000000	18307.716797
X3	1.000000	12151.594727
X4	0.000000	14309.526367
X5	0.000000	19122.224609

Kondisi ketiga diperoleh tiga solusi terbaik antara lain X3 yaitu *supplier* Melirang MW dan X1 yaitu K3PG serta X4 yaitu Sawunggaling dengan nilai *objective value* sebesar 27563.

OBJECTIVE FUNCTION VALUE		
1) 27563.02		
VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	1.000000	12923.735352
X2	0.000000	18307.716797
X3	1.000000	12151.594727
X4	1.000000	14309.526367
X5	0.000000	19122.224609

## **BAB 5**

### **INTERPRETASI DATA DAN ANALISIS**

Pada bab berikut ini akan dilakukan interpretasi dan analisis secara deskriptif terhadap *output* data yang telah dikumpulkan dan diolah dalam penelitian ini. Analisis dilakukan terhadap pemilihan kriteria *green procurement* serta pembobotannya dengan ANP, keputusan alternatif *supplier* terbaik menggunakan ANP, analisis perhitungan *Taguchi loss*, serta analisis keputusan alternatif *supplier* terbaik menggunakan integrasi ANP-*taguchi loss function*–MCGP

#### **5.1 Analisis Kriteria dan Pembobotan ANP**

Identifikasi kriteria dan subkriteria pemilihan *supplier* berdasarkan *green procurement* dilakukan untuk mengetahui faktor faktor performansi yang menentukan dipilih atau tidaknya suatu *supplier*. Identifikasi kriteria– subkriteria performansi *green procurement* dilakukan dengan mempertimbangkan peneliti peneliti sebelumnya yang mengembangkan kriteria *green procurement* seperti Humprey dan Lee. Lee et al. (2009) mengilustrasikan pemilihan *supplier* dengan konsep *green procurement* mempertimbangkan kriteria pokok antara lain *quality, finance, technology capability, organization, service, environment management, product life cycle cost, pollution control* dan *green image*. Masing-masing kriteria tersebut mempunyai subkriteria yang lebih spesifik.

Selanjutnya kriteria dan subkriteria referensi peneliti ahli diatas masih memerlukan penyesuaian lagi dan divalidasi dengan kondisi proses bisnis PT Petrokimia Gresik serta disesuaikan dengan kebutuhan dan karakteristik material kapur aktif CAO 70% sebagai objek penelitian beserta alternatif-alternatif *suppliernya*. Proses penyesuaian dan validasi dilakukan dengan wawancara dan diskusi dengan pihak departemen Pengadaan dan Gudang Material PT Petrokimia Gresik.

Proses validasi menolak subkriteria *environment management* dari cluster kriteria lingkungan dikarenakan karakteristik *supplier* yang menyediakan bahan baku kapur aktif masih bersifat tradisional dan belum menerapkan *environment management* pada proses bisnisnya. Sehingga subkriteria tersebut tidak sesuai untuk dijadikan acuan performansi.

Dari hasil diskusi pihak ahli diperoleh kriteria dan subkriteria yang *valid* dengan lima kriteria antara lain harga, kualitas, lingkungan, pelayanan dan organisasi dimana tiap kriteria tersebut mempunyai subkriteria pendukung yang saling berhubungan dan mempengaruhi untuk selengkapannya bisa dilihat pada tabel 5.1.

Tabel 5.1 Kriteria dan subkriteria *valid green procurement*

Kriteria	Subkriteria
Finansial (B)	Harga Penawaran (B1)
	Kondisi finansial (B2)
Lingkungan (C)	<i>Green process</i> , dimana proses produksi hingga distribusinya mengacu pada konsep ramah lingkungan (C1)
Kualitas (D)	Mempunyai teknologi dan fasilitas pengolahan limbah yang terbentuk, dapat menaggulangi polusi yang terjadi pada lingkungan (C2)
	Kesesuaian MSDS dan spesifikasi (D1) <i>Quality assurance</i> untuk produk dengan kualitas rendah (D2)
Organisasi (E)	Reputasi <i>supplier</i> kepada pihak luar termasuk PT Petrokimia Gresik (E1)
Pelayanan (F)	Kedaaan sumber daya organisasi (E2)
	Kapasitas produksi (F1)
	Ketepatan waktu pengiriman (F2) <i>Flexibility</i> , kemampuan <i>supplier</i> untuk merespon perubahan permintaan perusahaan baik volume permintaan, waktu pengiriman dan lain sebagainya (F3)

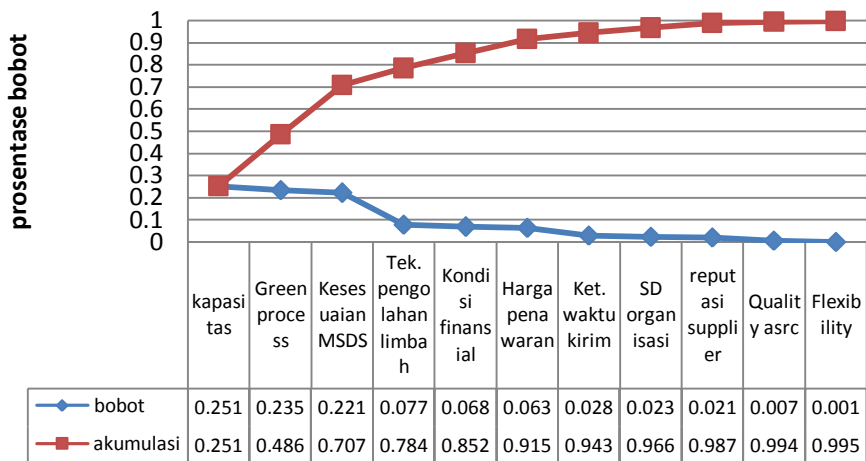
Setelah dilakukan validasi kriteria dan subkriteria selanjutnya dilakukan identifikasi hubungan pengaruh atau *interdependencies*. Hubungan ini sangat diperlukan dalam permodelan ANP untuk menunjukkan jaringan saling mempengaruhi dengan tingkat kepentingan yang berbeda beda. Hubungan inilah nantinya yang akan membangun bobot prioritas pada tiap subkriteria maupun alternatif.

Digunakan metode ANP untuk mengetahui bobot prioritas dari masing-masing subkriteria sebagai parameter pemilihan *supplier* optimal dengan performansi terbaik. Untuk mengetahui bobot subkriteria dilakukan beberapa tahapan penting antara lain : pembuatan model ANP sesuai dengan hubungan antara subkriteria , pembuatan kuesioner *pairwise comparison* dengan *expert judgement*, perhitungan *matrix* dari beberapa pendapat ahli, hingga terbentuk *supermatrix* dan *limit matrix*.

Pembentukan model ANP dilakukan dengan bantuan *software Super Decision*. Model terdiri dari empat *cluster*, antara lain *goal*, kriteria, subkriteria , dan alternatif. *cluster* kriteria terdiri dari lima *node*, *cluster* subkriteria terdiri dari sebelas *node*, dan *cluster* alternatif terdiri dari lima *anode*. Hubungan antar subkriteria (*interdependencies*) dan alternatif dibentuk dalam network ANP.

Selanjutnya disusun kuesioner *pairwise comparison* yang dinilai oleh para ahli (berupa *expert judgement*) dari departemen Perencanaan Gudang Material dan Pengadaan PT Petrokimia Gresik sejumlah tiga orang yang hasilnya disajikan dalam *matrix pairwise comparison* individu untuk kemudian dilakukan perhitungan pendapat gabungan dengan menggunakan rata-rata geometri. Hasil perhitungan pendapat gabungan inilah yang menjadi input perbandingan ANP hingga terbentuk *supermatrix* dan *limit matrix*. Melalui *limit matrix* dapat diketahui bobot prioritas subkriteria yang mempengaruhi performansi *supplier* yang optimal dan ramah lingkungan. Diperoleh ranking lima besar prioritas tertinggi pada subkriteria kapasitas produksi dari

kriteria pelayanan dengan bobot sebesar 0.251, kemudian *green process* kriteria lingkungan dengan nilai bobot 0.235, kesesuaian MSDS dan spesifikasi kriteria kualitas dengan bobot 0.221, kondisi finansial kriteria finansial 0.068 serta harga penawaran kriteria finansial dengan bobot 0.063. bobot subkriteria selengkapnya disajikan dalam *pareto* seperti pada gambar 5.1.



Gambar 5.1 *Pareto chart* bobot prioritas subkriteria *green procurement*

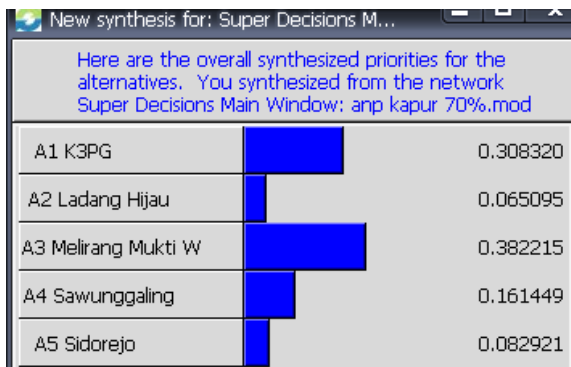
Prioritas pertama yaitu mempertimbangkan subkriteria kapasitas produksi mengindikasikan bahwa PT Petrokimia Gresik membutuhkan material kapur aktif CAO 70% dalam skala besar untuk keperluan pengolahan limbah industri sehingga faktor kapasitas produksi menjadi acuan utama dalam memilih *supplier*. Hal ini sebagai usaha preventif untuk menjamin ketersediaan bahan baku yang kuat sehingga tidak akan mengganggu berlangsungnya bisnis proses perusahaan.

*Green process* menjadi subkriteria terpenting kedua dalam pemilihan *supplier* sebagai perwakilan dari konsep *green procurement*. *Green process* menjadikan proses bisnis *supplier* baik proses penambangan kapur aktif maupun proses operasi lainnya dikerjakan dengan metode, fasilitas dan proses meminimalkan dampak lingkungan.

Kesesuaian MSDS dan spesifikasi dari cluster kriteria kualitas menjadi prioritas ketiga disimpulkan bahwa PT Petrokimia Gresik tetap mementingkan faktor kualitas dalam setiap pengambilan keputusannya. MSDS menjaga material dan bahan baku yang masuk sesuai standar yang ditetapkan dan mempunyai performansi yang sesuai harapan sehingga output dari sistem juga berkualitas.

## **5.2 Analisis Alternatif *Supplier* Terbaik Menggunakan ANP**

Selain mendapatkan *output* bobot prioritas kriteria-subkriteria, ANP juga mampu memutuskan prioritas alternatif solusi *supplier* terbaik dengan pairwise comparison. *Expert judgement* membandingkan pencapaian-pencapaian tiap subkriteria antara alternatif-alternatif *supplier* kemudian akan diperoleh satu *supplier* dengan pencapaian subkriteria terbaik. *Limit matrix* menunjukkan bobot prioritas *supplier* terbaik antara lain Melirang MW mendapatkan bobot prioritas tertinggi, yaitu sebesar 0.3822, selanjutnya K3PG dengan bobot sebesar 0.3083, Sawunggaling sebesar 0.1614, Sidorejo dengan bobot 0.0825 dan ladang hijau sebesar 0.065. lebih lengkap dapat dilihat pada gambar 5.2.



Gambar 5.2 Prioritas alternatif *supplier* terbaik menggunakan ANP

Melirang MW ( 0.382) menjadi alternatif *supplier* terbaik pertama kemudian dilanjutkan dengan K3PG (0.308) sebagai prioritas kedua dengan jarak bobot yang tipis. Hal ini mengindikasikan bahwa kedua *supplier* memiliki performansi yang tidak jauh berbeda. Kedua *supplier* memiliki keunggulan masing-masing pada tiap subkriteria. Berdasarkan lampiran 5 *local priorities* Melirang memiliki keunggulan pada prioritas lokal subkriteria kapasitas produksi, *green process*, kesesuaian MSDS, *quality assurance* dan *flexibility*. Sedangkan K3PG lebih unggul pada subkriteria kondisi finansial, teknologi pengolahan limbah, reputasi *supplier*, sumber daya organisasi dan ketepatan waktu pengiriman Melirang MW menjadi prioritas pertama dikarenakan *supplier* tersebut lebih unggul pada subkriteria subkriteria yang memiliki bobot pengaruh besar terhadap penilaian performansi.

### 5.3 Analisis Perhitungan *Taguchi Loss*

Perhitungan *taguchi loss* pada bab sebelumnya teridentifikasi beberapa subkriteria yang dapat diperoleh nilai kerugiannya sementara subkriteria yang lain tidak dapat dinyatakan. Subkriteria yang diperoleh nilai *taguchi loss*nya

antara lain harga penawaran, kesesuaian MSDS dan ketepatan waktu pengiriman. Harga penawaran menunjukkan harga yang diinginkan dari pihak *supplier*. Jika terjadi perbedaan yang besar dengan harga yang ditetapkan perusahaan maka bisa menimbulkan potensi kerugian di kedua belah pihak. Kesesuaian MSDS dan spesifikasi diwakili oleh prosentase kandungan CAO dalam kapur aktif. Semakin besar kandungan CAO kualitas kapur semakin baik. Ketepatan waktu pengiriman ditunjukkan *leadtime* proses pengadaan terhadap material kapur aktif yang tepat waktu, semakin lama *leadtime* pengiriman potensi kerugian baik biaya transportasi maupun resiko kekurangan stok pun semakin tinggi.

Sementara itu untuk subkriteria yang tidak dapat ditentukan nilai kerugian secara finansial karena karakteristik subkriteria yang terlalu kualitatif sehingga kesulitan menentukan nilai kerugian dalam bentuk uang. Untuk itu beberapa ahli digunakan *service factor rating* atau SFR dalam mengukur kriteria *loss* pada subkriteria yang tidak dapat dikuantitatifkan *loss* yang terjadi atau terlalu sulit diidentifikasi. Subkriteria yang menggunakan *service factor rating* antara lain kapasitas produksi, *Green process*, teknologi pengolahan limbah, kondisi finansial, sumber daya organisasi, *Quality Assurance* dan *Flexibility*.

Nilai *taguchi loss* merupakan nilai kerugian karena perbedaan performansi *supplier* terhadap subkriteria tertentu. Semakin besar nilai *taguchi loss*nya maka performansi *supplier* semakin buruk. Sedangkan SFR merupakan prosentase performansi *supplier* terhadap subkriteria tertentu. Semakin besar SFR maka performansi *supplier* tersebut semakin baik. Kedua parameter ini yang akan mempengaruhi pemilihan *supplier* pada MCGP.



#### 5.4 Analisis Alternatif *Supplier* Terbaik Menggunakan Integrasi ANP-*Taguchi loss function* – MCGP

Komputasi MCGP menggabungkan input dari bobot subkriteria menggunakan ANP dengan nilai kerugian dan SFR tiap-tiap subkriteria dari perhitungan *taguchi loss function*. Bobot subkriteria akan digunakan sebagai faktor pengali fungsi tujuan yaitu minimasi deviasi. Deviasi yang akan diminimasi tergantung karakteristik dari subkriterianya. Jika subkriteria lebih baik jika mempunyai nilai lebih besar dari nilai target (*more the better*) maka fungsi tujuannya meminimasi deviasi negatif ( $d^-$ ) dan sebaliknya jika kriteria akan lebih baik ketika mempunyai nilai lebih kecil dari nilai target (*less the better*) maka fungsi tujuannya meminimasi deviasi positif ( $d^+$ ).

Sedangkan nilai *taguchi loss* dan SFR digunakan sebagai fungsi pembatas. Pada fungsi pembatas ini juga berlaku karakteristik subkriteria. Jika subkriteria menganut konsep *more the better* maka nilai target  $y_j$  menggunakan nilai terget tertinggi namun jika menganut konsep *less the better* maka nilai target  $y_j$  menggunakan nilai terendah dari performansi *supplier* baik nilai *taguchi loss* maupun SFR.

Setelah formulasi selesai dibangun kemudian dilakukan komputasi MCGP menggunakan software Lindo dengan tiga kondisi jumlah *supplier* antara lain *supplier* tunggal, dua *supplier* dan tiga *supplier*. Tujuan penggunaan tiga kondisi ini hanya untuk mengetahui ranking *supplier* yang paling kompetitif dengan kerugian yang paling rendah serta performansi yang terbaik. Diperoleh output solusi optimal dari masing-masing kondisi dapat dilihat pada tabel 5.2.

Tabel 5.2 Prioritas alternatif *supplier* terbaik menggunakan integrasi bobot subkriteria ANP, *Taguchi loss function* dan MCGP

Kondisi	Solusi optimal	<i>Objective value</i> : Minimasi kerugian
<i>Supplier</i> tunggal	Melirang MW	243.3550
Dua <i>supplier</i>	Melirang MW - K3PG	13210.29
Tiga <i>supplier</i>	Melirang MW - K3PG - Sawunggaling	27563.02

Pada ketiga kondisi *supplier* diperoleh urutan yang seragam dengan X3 yaitu Melirang MW sebagai prioritas pertama *supplier* terbaik diikuti oleh X1 yaitu K3PG menempati prioritas kedua serta X4 yaitu Sawunggaling sebagai *supplier* urutan ketiga.

Berdasarkan solusi tersebut, komputasi MCGP yang mengintegrasikan pembobotan subkriteria ANP dengan *taguchi loss function* mempunyai solusi *supplier* terbaik yang sama dengan hasil alternatif model ANP saja. Hal ini dikarenakan kedua metode menggunakan parameter penilaian dan pembobotan yang sama. Disimpulkan bahwa menentukan solusi alternatif *supplier* terbaik cukup dilakukan dengan menggunakan model ANP, namun terdapat kelemahan bahwa model tersebut tidak dapat menangkap nilai kerugian secara finansial akibat perbedaan atau deviasi yang terjadi antara nilai target dengan nilai performansi subkriteria sehingga konsep *taguchi loss function* menjadi perlu untuk diintegrasikan.

Disisi lain model integrasi tersebut memiliki satu kelemahan. Pada formulasi MCGP digunakan fungsi pembatas performansi subkriteria yang berasal dari nilai kerugian *taguchi loss function* untuk subkriteria harga penawaran, kesesuaian MSDS dan ketepatan waktu pengiriman sedangkan subkriteria lainnya menggunakan SFR. Permasalahan yang timbul adalah ketika membandingkan performansi antar subkriteria-subkriteria yang

diukur menggunakan *taguchi loss function* dengan SFR. Nilai *taguchi loss function* dan SFR tidak bisa dibandingkan secara langsung dalam suatu komputasi dikarenakan satuan yang berbeda antara keduanya yaitu *taguchi loss function* yang menggunakan satuan mata uang rupiah sementara itu SFR menggunakan satuan prosentase. Nilai *taguchi loss function* biasanya lebih tinggi dan mempunyai *range* yang tinggi pula, sedangkan nilai SFR yang merupakan prosentase mempunyai *range* yang kecil. Untuk menyelesaikan permasalahan ini direkomendasikan proses normalisasi pada data nilai *taguchi loss function* dan SFR sehingga diperoleh perbandingan yang berimbang.

## **BAB 6**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Berikut ini akan dipaparkan kesimpulan dan saran yang diberikan setelah dilakukan proses analisa data sebelumnya.

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya mengenai analisa dan interpretasi data, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kriteria-subkriteria *valid* berbasis *green procurement* yang digunakan untuk pemilihan *supplier* material Kapur aktif CAO 70% antara lain kriteria finansial dengan subkriteria harga poenawaran dan kondisi finansial, kriteria lingkungan dengan subkriteria *green process* dan teknologi pengolahan limbah, kriteria kualitas dengan subkriteria kesesuaian MSDS dan spesifikasi dan *quality assurance* untuk kualitas rendah, kriteria organisasi dengan subkriteria reputasi *supplier* dan sumber daya organisasi serta kriteria pelayanan dengan subkriteria kapasitas produksi, ketepatan waktu kirim serta *flexibility*.
2. Dengan menggunakan *pairwise comparison* ANP diperoleh rangking pembobotan untuk masing-masing subkriteria antara lain kapasitas produksi (0.251), *green process* (0.235), kesesuaian MSDS (0.221), teknologi pengolahan limbah (0.077), kondisi finansial (0.068), harga penawaran (0.063), ketepatan waktu pengiriman (0.028), sumber daya organisasi (0.023), reputasi *supplier* (0.021), *quality assurance* (0.007) dan *flexibility* (0.001).

3. Subkriteria harga penawaran, kesesuaian MSDS dan ketepatan waktu pengiriman dapat diidentifikasi nilai *criteria loss*nya. Sementara itu untuk subkriteria yang tidak dapat ditentukan nilai kerugian secara finansial karena karakteristik subkriteria yang terlalu kualitatif digunakan *service factor rating* (SFR).
4. Menggunakan model ANP diperoleh prioritas *supplier* terbaik antara lain Melirang MW sebesar 0.3822, K3PG dengan bobot sebesar 0.3083, Sawunggaling sebesar 0.1614, Sidorejo dengan bobot 0.0825 dan ladang hijau sebesar 0.065. Menggunakan komputasi MCGP terintegrasi Bobot subkriteria ANP dan *taguchi loss function* diperoleh prioritas *supplier* terbaik yang sama yaitu Melirang MW, K3PG dan Sawunggaling dengan *objective value* tiga kondisi antara lain 243.35, 13210.29 dan 27563.02

## 6.2 Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan oleh penulis setelah melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi kriteria dan subkriteria sebaiknya disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi perusahaan serta karakteristik dari material itu sendiri.
2. Konsep *taguchi loss function* menjadi perlu untuk diintegrasikan disaat perusahaan ingin mengetahui potensi nilai kerugian secara finansial akibat perbedaan atau deviasi yang terjadi antara nilai target dengan nilai performansi subkriteria .
3. Dilakukan proses normalisasi pada data nilai *taguchi loss function* dan SFR sebelum dimasukkan dalam komputasi MCGP sehingga diperoleh perbandingan yang berimbang.
4. Adanya penelitian lebih lanjut untuk pemilihan *supplier* pada material yang benar benar memiliki resiko tinggi terhadap lingkungan hidup sehingga kriteria *green procurement* menjadi prioritas yang utama

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifiansyah (2007). *Aplikasi metode Fuzzy Multi Kriteria Decision making (MCDM) dan promethee dalam pemilihan supplier terbaik produksi plastik Mold Container* (PT Unilever Tbk). Tugas Akhir Teknik Industri ITS
- Bay, Chunguang. dan Sarkis, Joseph. (2009). *Integrating sustainability into supplier selection with grey system and rough set methodologies* 18,1200–1210
- Chen, Yuh-Jen. (2010). *Structured methodology for supplier selection and evaluation in a supply chain. Information Sciences*
- Hsu, Chia-Wei. dan Hu, Allen H. (2009) *Applying hazardous substance management to supplier selection using analytic network process. Journal of Cleaner Production* 17, 255–264
- Celebi, Dilay. Bayraktar, Demet. dan Bingol, Levent. (2010). *Analytical Network Process for logistics management: A case study in a small electronic appliances manufacturer. Computers & Industrial Engineering* 58, 432–441.
- Deans . (1999). *An Approach To He Environmental Management Of Purchasing In The Utilities Sector. Eco Manage* 6, 11-17
- Gencer ,Cevriye. dan Gurpinar, Didem. (2007). *Analytic network process in supplier selection: A case study in an electronic firm. Applied Mathematical Modelling* 31, 2475-2486
- Ho, William. Xu, Xiaowei. dan Dey, Prasanta K. (2010). *Multi-kriteria decision making approaches for supplier*

- evaluation and selection: A literature review. European Journal of Operational Research* 202, 16–24
- Hidayat, Husnul. (2008). *Penggunaan pendekatan Metode Grey based Rough set untuk pengambiln keputusan dalam pemilihan supplier*. Tugas Akhir Teknik Industri ITS.
- Humphrey, P.k. (2003). *Integrating Environmental Kriteria Into Supplier selection Process. Journal Of Materials Processing Technology* 138, 349-356.
- Kuo R.J, . Wang Y.C. dan Tien F.C (2010) *Integration Of Artificial Neural Network And Mada Methods For Green supplier selection. Journal of Cleaner Production* 18, 1161-1170
- Lee, Amy H.I Kang, He-Yau. Hsu, Chang-Fu. dan Hun, Hsiao-Chu. (2009) . *A green supplier selection model for high-tech industry. Expert Systems with Applications* 36 7917–7927.
- Liao, Chin-Nung. dan Kao, Hsing-Pei. (2010). *Supplier selection model using Taguchi loss function, analytical Hierarchy process, and muliti Choice Goal programming. Computers & Industrial Engineering* 58, 571-577.
- Murtini, Nurul Budi. (2010). *Pemilihan supplier menggunakan metode Fuzzy Data Envelopment Analysis (DEA)* (PT Elba Fitrah Mandiri Sejahtera Surabaya). Tugas Akhir Teknik Industri ITS.
- Negoro, Yanuar Pandu. (2008). *Pemilihan supplier dan alokasi pemesanan dengan menggunakan metode fuzzy ANP dan goal programming* (PT Petrokimia Gresik). Tugas Akhir Teknik Industri ITS.

- Ninlawan C., Seksan P., Tossapol K. dan Pilada w. (2010). *The implementation of green supply chain Management practices in electronics industry*. IMECS
- Sarkis, Josep. dan Zhu, Qinghua. (2006). *An Inter sectoral comparison of Green supply Chain management in China : Drivers and Practices*. *Journal of Cleaner Production* 14, 472-86.
- Sarkis, Josep. Zhu, Qinghua. dan Lai, Kee-hung. (2011). *An organizational theoretic review of green supply chain management literature*. *Int. J. Production Economics* 130, 1–15.
- Saaty, Thomas. Saaty, Rozann W. (2003). *DECISION MAKING IN COMPLEX ENVIRONMENTS The Analytic Hierarchy Process (AHP) for Decision Making and The Analytic Network Process (ANP) for Decision Making with Dependence and Feedback*. *Creative Decisions Foundation* : Ellsworth Avenue.
- Taguchi, Genichi. (2004). *Taguchi's Quality Engineering Handbook*. Wiley-Interscience
- Yeh, Wei-Chang. dan Chuang, Mei-Chi. (2010). *Using multi-objective genetic algorithm for partner selection in green supply chain problems*. *Expert Systems with Applications* 38, 4244–4253



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	kuisisioner 1 Identifikasi Kriteria Subkriteria .....	93
Lampiran 2	Kuisisioner II Pairwise Comparison Sukriteria dan Alternatif .....	95
Lampiran 3	Rekap data <i>Pairwise comparison</i> dari <i>Expert Judgement</i> .....	103
Lampiran 4	Matrix Gabungan Subkriteria dan Alternatif .....	109
Lampiran 5	Uji konsistensi dan <i>Local Proirity</i> .....	115
Lampiran 6	<i>Un-weighted Supermatix</i> .....	119
Lampiran 7	<i>Weighted Supermatix</i> .....	121
Lampiran 8	<i>Limit Supermatix</i> .....	129
Lampiran 9	Bobot Prioritas Alternatif dan Subkriteria .....	125
Lampiran 10	MCGP dalam Lindo .....	127

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 kuisisioner 1 Identifikasi Kriteria Subkriteria

Nama Responden :

Jabatan :

*Supplier* merupakan industri atau vendor yang menyediakan material dan bahan baku, komponen atau pelayanan yang tidak dapat disediakan oleh industri manufaktur (Chen, 2010). Dalam kontek *supply chain management* dan *procurement*, *supplier* menjadi hal yang vital karena pemilihan *supplier* yang tepat akan memberikan kualitas dan kuantitas yang tepat pula pada industri terkait. Pada konsep *green procurement*, memilih *supplier* yang *sustain* terhadap lingkungan, akan mempengaruhi performansi lingkungan hidup suatu industri.

Menurut Bapak / Ibu, Beri tanda (X) Kriteria yang menjadi acuan terhadap performansi *supplier* yang dianut perusahaan. Jika merasa ada kriteria yang belum dicantumkan, mohon dicantumkan. Berikut kriteria pemilihan *supplier* :

	Kualitas
	Finansial ( harga)
	Delivery Time
	Management Organisasi
	Management lingkungan
	Kemampuan teknologi ( kapasitas, inovasi)
	Pelayanan
	riset dan Pengembangan
	Reputasi / image <i>supplier</i>

Jika dikembangkan pemilihan *supplier* dengan memprioritaskan konsep pengadaan material yang ramah lingkungan atau disebut *Green Procurement*, Menurut Bapak / Ibu Kriteria *Green* apa saja yang dianggap penting:

	Keamanan / Minim dampak lingkungan
	Kemampuan mengontrol polusi / limbah
	Kemampuan teknologi lingkungan
	Image <i>supplier</i> yang ramah lingkungan ( <i>Green image</i> )
	<i>Green material</i> ( recycling, <i>Green Packaging</i> )
	ISO 14001

## Lampiran 2

### Kuisisioner II *Pairwise Comparison* Sukriteria Dan Alternatif

Nama Responden Ahli :  
Bagian :

Terimakasih atas kesediaanya kepada Responden Ahli PT Petrokimia Gresik untuk mengisi kuisisioner berikut. Kuisisioner *Pairwise Comparison* akan memperbandingkan tingkat kepentingan secara kualitatif kriteria pemilihan *supplier*, antara subkriteria , dan subkriteria dengan alternatif *supplier* yang akan dipilih dengan menggunakan skala berikut :

Skala	Definisi
1	Dua elemen memiliki tingkat kepentingan sama
3	Elemen satu sedikit lebih penting dari elemen lain
5	Elemen satu lebih penting dari elemen lain
7	Elemen satu sangat lebih penting dari elemen lain
9	Elemen satu mutlak lebih penting dari elemen lain
2, 4, 6, 8	Nilai tengah diantara dua penilaian, jika ada keraguan

Diharapkan responden dapat memberikan *penilaian tingkat kepentingan* dengan sebenarnya berdasarkan pengalaman pada PT Petrokimia Gresik.

Atas partisipasi dan kerjasama Responden, Kami mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya.

- **Hubungan Keterkaitan Antar Subkriteria**

		Comparisons wrt "B1 Harga produk" node in "subkriteria" cluster																		
No		1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	C1 Green Process (production)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D1 kesesuaian MSDS (specs)	
2	C1 Green Process (production)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E1 image supplier	
3	C1 Green Process (production)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F1 kapasitas produksi	
4	C1 Green Process (production)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F2 Ketepatan waktu kirim	
5	D1 kesesuaian MSDS (specs)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E1 image supplier	
6	D1 kesesuaian MSDS (specs)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F1 kapasitas produksi	
7	D1 kesesuaian MSDS (specs)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F2 Ketepatan waktu kirim	
8	E1 image supplier	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F1 kapasitas produksi	
9	E1 image supplier	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F2 Ketepatan waktu kirim	
10	F1 kapasitas produksi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F2 Ketepatan waktu kirim	
		Comparisons wrt "B2 Kondisi Finansial" node in "subkriteria" cluster																		
No		1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	B1 Harga produk	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E1 image supplier	
2	B1 Harga produk	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F1 kapasitas produksi	
3	E1 image supplier	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F1 kapasitas produksi	
		Comparisons wrt "C1 Green Process (production)" node in "subkriteria" cluster																		
No		1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	C2 teknologi pengolahan limbah	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C3 Environment management	
2		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
		Comparisons wrt "C2 teknologi pengolahan limbah" node in "subkriteria" cluster																		
No		1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	C1 Green Process (production)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C3 Environment management	
2	C1 Green Process (production)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E1 image supplier	
3	C1 Green Process (production)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E2 Green Competencies	
4	C3 Environment management	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E1 image supplier	
5	C3 Environment management	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E2 Green Competencies	
6	E1 image supplier	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E2 Green Competencies	
		Comparisons wrt "C3 Environment management" node in "subkriteria" cluster																		
No		1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	C1 Green Process (production)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2 teknologi pengolahan limbah	
2	C1 Green Process (production)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E1 image supplier	
3	C2 teknologi pengolahan limbah	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E1 image supplier	
		Comparisons wrt "D1 kesesuaian MSDS (specs)" node in "subkriteria" cluster																		
No		1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	B1 Harga produk	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C1 Green Process (production)	
2	B1 Harga produk	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C3 Environment management	
3	B1 Harga produk	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F2 Ketepatan waktu kirim	
4	C1 Green Process (production)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C3 Environment management	
5	C1 Green Process (production)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F2 Ketepatan waktu kirim	
6	C3 Environment management	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F2 Ketepatan waktu kirim	
		Comparisons wrt "D2 Quality Assurance for abnormal" node in "subkriteria" cluster																		
No		1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	C1 Green Process (production)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C3 Environment management	
2	C1 Green Process (production)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D1 kesesuaian MSDS (specs)	
3	C1 Green Process (production)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F3 Flexibility	
4	C3 Environment management	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D1 kesesuaian MSDS (specs)	
5	C3 Environment management	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F3 Flexibility	
6	D1 kesesuaian MSDS (specs)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F3 Flexibility	

Comparisons wrt "E1 image supplier" node in "subkriteria" cluster																			
No		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	B2 Kondisi Finansial	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C1 Green Process (production)
2	B2 Kondisi Finansial	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2 teknologi pengolahan limbah
3	B2 Kondisi Finansial	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C3 Environment management
4	B2 Kondisi Finansial	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D1 kesesuaian MSDS (specs)
5	B2 Kondisi Finansial	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F2 Ketepatan waktu kirim
6	C1 Green Process (production)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2 teknologi pengolahan limbah
7	C1 Green Process (production)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C3 Environment management
8	C1 Green Process (production)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D1 kesesuaian MSDS (specs)
9	C1 Green Process (production)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F2 Ketepatan waktu kirim
10	C2 teknologi pengolahan limbah	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C3 Environment management
11	C2 teknologi pengolahan limbah	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D1 kesesuaian MSDS (specs)
12	C2 teknologi pengolahan limbah	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F2 Ketepatan waktu kirim
13	C3 Environment management	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D1 kesesuaian MSDS (specs)
14	C3 Environment management	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F2 Ketepatan waktu kirim
15	D1 kesesuaian MSDS (specs)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F2 Ketepatan waktu kirim
Comparisons wrt "E2 Green Competencies" node in "subkriteria" cluster																			
No		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	C1 Green Process (production)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2 teknologi pengolahan limbah
2	C1 Green Process (production)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C3 Environment management
3	C1 Green Process (production)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D1 kesesuaian MSDS (specs)
4	C2 teknologi pengolahan limbah	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C3 Environment management
5	C2 teknologi pengolahan limbah	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D1 kesesuaian MSDS (specs)
6	C3 Environment management	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D1 kesesuaian MSDS (specs)
Comparisons wrt "E3 Sumber Daya Organisasi" node in "subkriteria" cluster																			
No		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	B2 Kondisi Finansial	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C3 Environment management
2	B2 Kondisi Finansial	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E1 image supplier
3	B2 Kondisi Finansial	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E2 Green Competencies
4	B2 Kondisi Finansial	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F1 kapasitas produksi
5	C3 Environment management	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E1 image supplier
6	C3 Environment management	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E2 Green Competencies
7	C3 Environment management	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F1 kapasitas produksi
8	E1 image supplier	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E2 Green Competencies
9	E1 image supplier	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F1 kapasitas produksi
10	E2 Green Competencies	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F1 kapasitas produksi
Comparisons wrt "F1 kapasitas produksi" node in "subkriteria" cluster																			
No		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	B2 Kondisi Finansial	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C1 Green Process (production)
2	B2 Kondisi Finansial	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E3 Sumber Daya Organisasi
3	C1 Green Process (production)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E3 Sumber Daya Organisasi
Comparisons wrt "F2 Ketepatan waktu kirim" node in "subkriteria" cluster																			
No		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	B1 Harga produk	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D1 kesesuaian MSDS (specs)
2	B1 Harga produk	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D2 Quality Assurance
3	D1 kesesuaian MSDS (specs)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D2 Quality Assurance
Comparisons wrt "F3 Flexibility" node in "subkriteria" cluster																			
No		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	B1 Harga produk	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F1 kapasitas produksi
2	B1 Harga produk	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F2 Ketepatan waktu kirim
3	F1 kapasitas produksi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F2 Ketepatan waktu kirim

• **Hubungan Keterkaitan Subkriteria Dengan Alternatif**

No	Comparisons wrt "B1 Harga produk" node in "Alternative" cluster																		
1	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2 Ladang Hijau
2	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Mukti W
3	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
4	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
5	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Mukti W
6	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
7	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
8	A3 Melirang Mukti W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
9	A3 Melirang Mukti W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
10	A4 Sawunggaling	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo

No	Comparisons wrt "B2 Kondisi Finansial" node in "A Alternative" cluster																		
1	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2 Ladang Hijau
2	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Mukti W
3	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
4	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
5	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Mukti W
6	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
7	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
8	A3 Melirang Mukti W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
9	A3 Melirang Mukti W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
10	A4 Sawunggaling	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo

No	Comparisons wrt "C1 Green Process (production)" node in "A Alternative" cluster																		
1	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2 Ladang Hijau
2	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Mukti W
3	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
4	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
5	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Mukti W
6	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
7	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
8	A3 Melirang Mukti W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
9	A3 Melirang Mukti W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
10	A4 Sawunggaling	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo



No	Comparisons wrt "C2 teknologi pengolahan limbah" node in "A Alternative" cluster																		
1	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2 Ladang Hijau
2	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Mukti W
3	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
4	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
5	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Mukti W
6	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
7	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
8	A3 Melirang Mukti W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
9	A3 Melirang Mukti W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
10	A4 Sawunggaling	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo

No

1 A1 K3PG

2 A1 K3PG

3 A1 K3PG

4 A1 K3PG

5 A2 Ladang Hijau

6 A2 Ladang Hijau

7 A2 Ladang Hijau

8 A3 Melirang Mukti W

9 A3 Melirang Mukti W

10 A4 Sawunggaling

No	Comparisons wrt "C3 Environment management" node in "A Alternative" cluster																		
1	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2 Ladang Hijau
2	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Mukti W
3	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
4	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
5	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Mukti W
6	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
7	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
8	A3 Melirang Mukti W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
9	A3 Melirang Mukti W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
10	A4 Sawunggaling	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo

No

1 A1 K3PG

2 A1 K3PG

3 A1 K3PG

4 A1 K3PG

5 A2 Ladang Hijau

6 A2 Ladang Hijau

7 A2 Ladang Hijau

8 A3 Melirang Mukti W

9 A3 Melirang Mukti W

10 A4 Sawunggaling

No	Comparisons wrt "D1 kesesuaian MSDS (specs)" node in "A Alternative" cluster																		
1	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2 Ladang Hijau
2	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Mukti W
3	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
4	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
5	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Mukti W
6	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
7	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
8	A3 Melirang Mukti W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
9	A3 Melirang Mukti W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
10	A4 Sawunggaling	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo

No

1 A1 K3PG

2 A1 K3PG

3 A1 K3PG

4 A1 K3PG

5 A2 Ladang Hijau

6 A2 Ladang Hijau

7 A2 Ladang Hijau

8 A3 Melirang Mukti W

9 A3 Melirang Mukti W

10 A4 Sawunggaling

No	Comparisons wrt "D2 Quality Assurance for abnormal" node in "A Alternative" cluster																		
1	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2 Ladang Hijau
2	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Mukti W
3	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
4	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
5	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Mukti W
6	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
7	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
8	A3 Melirang Mukti W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
9	A3 Melirang Mukti W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
10	A4 Sawunggaling	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo

No	Comparisons wrt "E1 image supplier" node in "A Alternative" cluster																			
1	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2 Ladang Hijau	
2	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Mukti W	
3	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling	
4	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo	
5	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Mukti W	
6	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling	
7	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo	
8	A3 Melirang Mukti W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling	
9	A3 Melirang Mukti W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo	
10	A4 Sawunggaling	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo	

No	Comparisons wrt "E2 Green Competencies" node in "A Alternative" cluster																			
1	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2 Ladang Hijau	
2	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Mukti W	
3	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling	
4	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo	
5	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Mukti W	
6	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling	
7	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo	
8	A3 Melirang Mukti W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling	
9	A3 Melirang Mukti W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo	
10	A4 Sawunggaling	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo	

No	Comparisons wrt "E3 Sumber Daya Organisasi" node in "A Alternative" cluster																			
1	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2 Ladang Hijau	
2	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Mukti W	
3	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling	
4	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo	
5	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Mukti W	
6	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling	
7	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo	
8	A3 Melirang Mukti W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling	
9	A3 Melirang Mukti W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo	
10	A4 Sawunggaling	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo	

ve" cluster

9 A2 Ladang Hijau  
 9 A3 Melirang Mukti W  
 9 A4 Sawunggaling  
 9 A5 Sidorejo  
 9 A3 Melirang Mukti W  
 9 A4 Sawunggaling  
 9 A5 Sidorejo  
 9 A4 Sawunggaling  
 9 A5 Sidorejo  
 9 A5 Sidorejo

No	Comparisons wrt "F1 kapasitas produksi" node in "A Alternative" cluster																		
1	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2 Ladang Hijau
2	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Mukti W
3	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
4	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
5	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Mukti W
6	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
7	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
8	A3 Melirang Mukti W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
9	A3 Melirang Mukti W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
10	A4 Sawunggaling	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo

e" cluster

9 A2 Ladang Hijau  
 9 A3 Melirang Mukti W  
 9 A4 Sawunggaling  
 9 A5 Sidorejo  
 9 A3 Melirang Mukti W  
 9 A4 Sawunggaling  
 9 A5 Sidorejo  
 9 A4 Sawunggaling  
 9 A5 Sidorejo  
 9 A5 Sidorejo

No	Comparisons wrt "F2 Ketepatan waktu kirim" node in "A Alternative" cluster																		
1	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2 Ladang Hijau
2	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Mukti W
3	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
4	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
5	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Mukti W
6	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
7	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
8	A3 Melirang Mukti W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
9	A3 Melirang Mukti W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
10	A4 Sawunggaling	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo

" cluster

9 A2 Ladang Hijau  
 9 A3 Melirang Mukti W  
 9 A4 Sawunggaling  
 9 A5 Sidorejo  
 9 A3 Melirang Mukti W  
 9 A4 Sawunggaling  
 9 A5 Sidorejo  
 9 A4 Sawunggaling  
 9 A5 Sidorejo  
 9 A5 Sidorejo

No	Comparisons wrt "F3 Flexibility" node in "A Alternative" cluster																		
1	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2 Ladang Hijau
2	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Mukti W
3	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
4	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
5	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Mukti W
6	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
7	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
8	A3 Melirang Mukti W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
9	A3 Melirang Mukti W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
10	A4 Sawunggaling	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo

tive" cluster

9 A2 Ladang Hijau  
 9 A3 Melirang Mukti W  
 9 A4 Sawunggaling  
 9 A5 Sidorejo  
 9 A3 Melirang Mukti W  
 9 A4 Sawunggaling  
 9 A5 Sidorejo

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## Lampiran 3

### Rekap data *Pairwise comparison* dari *Expert Judgement*

- Antar Subkriteria

#### Harga Penawaran

	R1	R2	R3	average	normal	more important	
C1 Green Process (production)	1	7	3	2.73107	2.73	→	D1 kesesuaian MSDS (specs)
C1 Green Process (production)	0.11	0.14	5	0.43339	2.31	←	E1 reputasi supplier
C1 Green Process (production)	1	3	6	2.59561	2.60	→	F1 kapasitas produksi
C1 Green Process (production)	1	9	7	3.92448	3.92	→	F2 Ketepatan waktu kirim
D1 kesesuaian MSDS (specs)	0.11	0.14	1	0.25481	3.92	←	E1 reputasi supplier
D1 kesesuaian MSDS (specs)	1	0.14	0.33	0.36616	2.73	←	F1 kapasitas produksi
D1 kesesuaian MSDS (specs)	1	1	0.33	0.69591	1.44	←	F2 Ketepatan waktu kirim
E1 reputasi supplier	9	1	7	3.92448	3.92	→	F1 kapasitas produksi
E1 reputasi supplier	9	5	9	7.25204	7.25	→	F2 Ketepatan waktu kirim
F1 kapasitas produksi	1	5	7	3.23253	3.23	→	F2 Ketepatan waktu kirim

#### Kondisi finansial

	R1	R2	R3	average	normal	more important	
B1 Harga penawaran	0.11	1	3	0.69591	1.44	←	E1 reputasi supplier
B1 Harga penawaran	1	5	7	3.23253	3.23	→	F1 kapasitas produksi
E1 reputasi supplier	9	5	5	5.97338	5.97	→	F1 kapasitas produksi

#### Green Process

	R1	R2	R3	average	normal	more important	
C2 teknologi pengolahan limbah	1	3	5	2.44405	2.44	→	D1 kesesuaian MSDS (specs)

#### Teknologi pengolahan limbah

	R1	R2	R3	average	normal	more important	
C1 Green Process (production)	0.11	0.2	0.33	0.19815	5.05	←	E1 reputasi supplier
C1 Green Process (production)	0.2	5	1	1	1.00	→	F1 kapasitas produksi
E1 reputasi supplier	7	5	2	4.06333	4.06	→	F1 kapasitas produksi

#### Kesesuaian MSDS spesifikasi

	R1	R2	R3	average	normal	more important	
B1 Harga penawaran	0.33	0.25	1	0.44042	2.27	←	C1 Green Process (production)
B1 Harga penawaran	1	5	7	3.23253	3.23	→	F1 kapasitas produksi
C1 Green Process (production)	3	7	7	5.19057	5.19	→	F1 kapasitas produksi

#### Quality assurance

	R1	R2	R3	average	normal	more important	
C1 Green Process (production)	5	7	1	3.23253	3.23	→	D1 kesesuaian MSDS (specs)
C1 Green Process (production)	0.2	0.14	1	0.30936	3.23	←	F3 Flexibility
D1 kesesuaian MSDS (specs)	0.2	0.11	0.33	0.19815	5.05	←	F3 Flexibility

## Reputasi suplier

	R1	R2	R3	average	normal	more important	
B2 Kondisi Finansial	9	5	1	3.51205	3.51	→	C1 Green Process (production)
B2 Kondisi Finansial	9	5	5	5.97338	5.97	→	C2 teknologi pengolahan limbah
B2 Kondisi Finansial	9	7	9	8.10368	8.10	→	D1 kesesuaian MSDS (specs)
B2 Kondisi Finansial	9	5	9	7.25204	7.25	→	F2 Ketepatan waktu kirim
C1 Green Process (production)	1	3	9	2.96722	2.97	→	C2 teknologi pengolahan limbah
C1 Green Process (production)	9	3	7	5.63939	5.64	→	D1 kesesuaian MSDS (specs)
C1 Green Process (production)	5	3	1	2.44405	2.44	→	F2 Ketepatan waktu kirim
C2 teknologi pengolahan limbah	9	5	1	3.51205	3.51	→	D1 kesesuaian MSDS (specs)
C2 teknologi pengolahan limbah	5	7	1	3.23253	3.23	→	F2 Ketepatan waktu kirim
D1 kesesuaian MSDS (specs)	0.2	0.2	1	0.34568	2.89	←	F2 Ketepatan waktu kirim

## Sumber daya organisasi

	R1	R2	R3	average	normal	more important	
B2 Kondisi Finansial	5	0.33	1	1.18361	1.18	→	C2 teknologi pengolahan limbah
B2 Kondisi Finansial	5	0.17	0.11	0.45601	2.19	←	E1 reputasi supplier
B2 Kondisi Finansial	9	5	3	5.04673	5.05	→	F1 kapasitas produksi
C2 teknologi pengolahan limbah	0.2	0.2	1	0.34568	2.89	←	E1 reputasi supplier
C2 teknologi pengolahan limbah	9	0.33	1	1.43698	1.44	→	F1 kapasitas produksi
E1 reputasi supplier	5	9	3	5.04673	5.05	→	F1 kapasitas produksi

## Kapasitas produksi

	R1	R2	R3	average	normal	more important	
B2 Kondisi Finansial	5	1	7	3.23253	3.23	→	C1 Green Process (production)
B2 Kondisi Finansial	1	0.11	0.2	0.28473	3.51	←	E2 Sumber Daya Organisasi
C1 Green Process (production)	0.33	0.14	0.11	0.17732	5.64	←	E2 Sumber Daya Organisasi

## Ketepatan waktu pengiriman

	R1	R2	R3	average	normal	more important	
D1 kesesuaian MSDS (specs)	1	0.14	0.33	0.36616	2.73	←	D2 Quality Assurance
D1 kesesuaian MSDS (specs)	0.2	0.11	0.33	0.19815	5.05	←	F1 kapasitas produksi
D2 Quality Assurance	0.14	0.33	1	0.36616	2.73	←	F1 kapasitas produksi

## Flexibility

	R1	R2	R3	average	normal	more important	
B2 Kondisi Finansial	1	5	9	3.51205	3.51	→	F2 Ketepatan waktu kirim
F1 kapasitas produksi	1	5	7	3.23253	3.23	→	F2 Ketepatan waktu kirim

• Subkriteria – Alternatif

Harga Penawaran

No	B1	R1	R2	R3	average	normal	more important	
1	A1 K3PG	3	1	5	2.44405	2.44	→	A2 Ladang Hijau
2	A1 K3PG	1	0.33	0.5	0.55362	1.81	←	A3 Melirang Mukti W
3	A1 K3PG	5	1	2	2.13796	2.14	→	A4 Sawunggaling
4	A1 K3PG	3	5	7	4.64507	4.65	→	A5 Sidorejo
5	A2 Ladang Hijau	0.33	0.33	1	0.48428	2.06	←	A3 Melirang Mukti W
6	A2 Ladang Hijau	1	0.25	2	0.79554	1.26	←	A3 Melirang Mukti W
7	A2 Ladang Hijau	1	5	7	3.23253	3.23	→	A3 Melirang Mukti W
8	A3 Melirang Mukti W	3	1	1	1.43698	1.44	→	A3 Melirang Mukti W
9	A3 Melirang Mukti W	3	5	9	5.04673	5.05	→	A3 Melirang Mukti W
10	A4 Sawunggaling	1	3	9	2.96722	2.97	→	A3 Melirang Mukti W

Kondisi finansial

No	B2	R1	R2	R3	average	normal	more important	
1	A1 K3PG	0.2	0.33	0.11	0.19815	5.05	←	A2 Ladang Hijau
2	A1 K3PG	1	0.33	0.14	0.36616	2.73	←	A3 Melirang Mukti W
3	A1 K3PG	0.33	0.2	0.11	0.19815	5.05	←	A4 Sawunggaling
4	A1 K3PG	0.33	0.14	0.14	0.19266	5.19	←	A5 Sidorejo
5	A2 Ladang Hijau	7	3	9	5.63939	5.64	→	A3 Melirang Mukti W
6	A2 Ladang Hijau	3	5	1	2.44405	2.44	→	A4 Sawunggaling
7	A2 Ladang Hijau	1	0.33	1	0.69591	1.44	←	A5 Sidorejo
8	A3 Melirang Mukti W	0.2	0.11	0.14	0.14982	6.67	←	A4 Sawunggaling
9	A3 Melirang Mukti W	0.2	0.11	0.11	0.13789	7.25	←	A5 Sidorejo
10	A4 Sawunggaling	0.33	0.14	0.33	0.25481	3.92	←	A5 Sidorejo

Green Process

No	C1	R1	R2	R3	average	normal	more important	
1	A1 K3PG	0.33	1	0.14	0.36616	2.73	←	A2 Ladang Hijau
2	A1 K3PG	3	1	1	1.43698	1.44	→	A3 Melirang Mukti W
3	A1 K3PG	0.33	0.5	1	0.55362	1.81	←	A4 Sawunggaling
4	A1 K3PG	0.2	0.11	0.33	0.19815	5.05	←	A5 Sidorejo
5	A2 Ladang Hijau	5	3	9	5.04673	5.05	→	A3 Melirang Mukti W
6	A2 Ladang Hijau	3	5	9	5.04673	5.05	→	A4 Sawunggaling
7	A2 Ladang Hijau	1	3	9	2.96722	2.97	→	A5 Sidorejo
8	A3 Melirang Mukti W	0.33	0.11	1	0.33702	2.97	←	A4 Sawunggaling
9	A3 Melirang Mukti W	0.2	0.11	0.14	0.14982	6.67	←	A5 Sidorejo
10	A4 Sawunggaling	0.33	0.14	0.11	0.17732	5.64	←	A5 Sidorejo

Teknologi pengolahan limbah

No	C2	R1	R2	R3	average	normal	more important	
1	A1 K3PG	0.33	0.14	0.11	0.17732	5.64	←	A2 Ladang Hijau
2	A1 K3PG	1	0.2	0.33	0.40916	2.44	←	A3 Melirang Mukti W
3	A1 K3PG	0.33	0.2	0.14	0.21528	4.65	←	A4 Sawunggaling
4	A1 K3PG	0.2	0.14	0.11	0.14982	6.67	←	A5 Sidorejo
5	A2 Ladang Hijau	3	4	9	4.68846	4.69	→	A3 Melirang Mukti W
6	A2 Ladang Hijau	3	3	9	4.26383	4.26	→	A4 Sawunggaling
7	A2 Ladang Hijau	1	3	7	2.73107	2.73	→	A5 Sidorejo
8	A3 Melirang Mukti W	0.33	0.2	0.11	0.19815	5.05	←	A4 Sawunggaling
9	A3 Melirang Mukti W	0.14	0.33	0.11	0.17732	5.64	←	A5 Sidorejo
10	A4 Sawunggaling	0.2	1	0.2	0.34568	2.89	←	A5 Sidorejo

Kesesuaian MSDS spesifikasi

No	D1	R1	R2	R3	average	normal	more important	
1	A1 K3PG	0.2	0.17	0.11	0.15763	6.34	←	A2 Ladang Hijau
2	A1 K3PG	1	1	3	1.43698	1.44	→	A3 Melirang Mukti W
3	A1 K3PG	0.33	1	0.11	0.33702	2.97	←	A4 Sawunggaling
4	A1 K3PG	0.33	0.33	0.11	0.23453	4.26	←	A5 Sidorejo
5	A2 Ladang Hijau	6	3	9	5.35969	5.36	→	A3 Melirang Mukti W
6	A2 Ladang Hijau	4	3	7	4.31531	4.32	→	A4 Sawunggaling
7	A2 Ladang Hijau	2	0.2	1	0.73906	1.35	←	A5 Sidorejo
8	A3 Melirang Mukti W	0.33	1	0.11	0.33702	2.97	←	A4 Sawunggaling
9	A3 Melirang Mukti W	0.5	0.2	0.11	0.22652	4.41	←	A5 Sidorejo
10	A4 Sawunggaling	0.33	0.5	0.14	0.29129	3.43	←	A5 Sidorejo

Quality assurance

No	D2	R1	R2	R3	average	normal	more important	
1	A1 K3PG	0.25	0.2	0.11	0.1802	5.55	←	A2 Ladang Hijau
2	A1 K3PG	1	1	3	1.43698	1.44	→	A3 Melirang Mukti W
3	A1 K3PG	0.5	0.33	0.11	0.26811	3.73	←	A4 Sawunggaling
4	A1 K3PG	0.33	0.11	0.11	0.16321	6.13	←	A5 Sidorejo
5	A2 Ladang Hijau	5	3	9	5.04673	5.05	→	A3 Melirang Mukti W
6	A2 Ladang Hijau	3	6	7	4.93313	4.93	→	A4 Sawunggaling
7	A2 Ladang Hijau	0.5	1	0.2	0.46774	2.14	←	A5 Sidorejo
8	A3 Melirang Mukti W	0.25	0.33	0.11	0.21329	4.69	←	A4 Sawunggaling
9	A3 Melirang Mukti W	0.2	0.33	0.14	0.21528	4.65	←	A5 Sidorejo
10	A4 Sawunggaling	0.33	0.2	0.11	0.19815	5.05	←	A5 Sidorejo

Reputasi suplier

No		R1	R2	R3	average	normal	more important	
1	A1 K3PG	0.2	0.33	0.13	0.206	4.85	←	A2 Ladang Hijau
2	A1 K3PG	0.14	1	0.33	0.36616	2.73	←	A3 Melirang Mukti W
3	A1 K3PG	1	0.33	1	0.69591	1.44	←	A4 Sawunggaling
4	A1 K3PG	0.33	0.14	0.11	0.17732	5.64	←	A5 Sidorejo
5	A2 Ladang Hijau	7	3	5	4.64507	4.65	→	A3 Melirang Mukti W
6	A2 Ladang Hijau	3	5	9	5.04673	5.05	→	A4 Sawunggaling
7	A2 Ladang Hijau	1	0.2	0.14	0.30936	3.23	←	A5 Sidorejo
8	A3 Melirang Mukti W	0.33	1	0.2	0.40916	2.44	←	A4 Sawunggaling
9	A3 Melirang Mukti W	0.14	0.2	0.11	0.14982	6.67	←	A5 Sidorejo
10	A4 Sawunggaling	0.33	0.2	0.14	0.21528	4.65	←	A5 Sidorejo

Sumber daya organisasi

No		R1	R2	R3	average	normal	more important	
1	A1 K3PG	0.14	0.25	0.11	0.16126	6.20	←	A2 Ladang Hijau
2	A1 K3PG	0.33	0.5	2	0.69591	1.44	←	A3 Melirang Mukti W
3	A1 K3PG	0.2	0.2	1	0.34568	2.89	←	A4 Sawunggaling
4	A1 K3PG	0.17	0.33	0.14	0.20271	4.93	←	A5 Sidorejo
5	A2 Ladang Hijau	5	3	1	2.44405	2.44	→	A3 Melirang Mukti W
6	A2 Ladang Hijau	3	5	3	3.51205	3.51	→	A4 Sawunggaling
7	A2 Ladang Hijau	1	0.33	0.2	0.40916	2.44	←	A5 Sidorejo
8	A3 Melirang Mukti W	0.2	0.33	0.14	0.21528	4.65	←	A4 Sawunggaling
9	A3 Melirang Mukti W	0.33	0.14	0.11	0.17732	5.64	←	A5 Sidorejo
10	A4 Sawunggaling	0.33	0.2	0.11	0.19815	5.05	←	A5 Sidorejo



## Kapasitas produksi

No		R1	R2	R3	average	normal	more important	
1	A1 K3PG	0.33	0.25	0.14	0.23173	4.32	←	A2 Ladang Hijau
2	A1 K3PG	5	7	1	3.23253	3.23	→	A3 Melirang Mukti W
3	A1 K3PG	0.5	0.2	0.14	0.2461	4.06	←	A4 Sawunggaling
4	A1 K3PG	0.25	0.14	0.11	0.16126	6.20	←	A5 Sidorejo
5	A2 Ladang Hijau	7	7	9	7.45873	7.46	→	A3 Melirang Mukti W
6	A2 Ladang Hijau	3	5	9	5.04673	5.05	→	A4 Sawunggaling
7	A2 Ladang Hijau	0.5	0.33	1	0.55362	1.81	←	A5 Sidorejo
8	A3 Melirang Mukti W	0.33	0.2	0.11	0.19815	5.05	←	A4 Sawunggaling
9	A3 Melirang Mukti W	0.2	0.14	0.11	0.14982	6.67	←	A5 Sidorejo
10	A4 Sawunggaling	0.5	0.2	0.2	0.275	3.64	←	A5 Sidorejo

## Ketepatan waktu pengiriman

No		R1	R2	R3	average	normal	more important	
1	A1 K3PG	0.5	0.2	0.11	0.22652	4.41	←	A2 Ladang Hijau
2	A1 K3PG	0.25	0.17	1	0.35037	2.85	←	A3 Melirang Mukti W
3	A1 K3PG	1	0.33	0.14	0.36616	2.73	←	A4 Sawunggaling
4	A1 K3PG	0.5	0.14	0.11	0.20271	4.93	←	A5 Sidorejo
5	A2 Ladang Hijau	5	3	9	2.36053	2.36	→	A3 Melirang Mukti W
6	A2 Ladang Hijau	2	5	7	2.0458	2.05	→	A4 Sawunggaling
7	A2 Ladang Hijau	0.5	0.2	1	0.34568	2.89	←	A5 Sidorejo
8	A3 Melirang Mukti W	0.25	0.33	0.14	0.23173	4.32	←	A4 Sawunggaling
9	A3 Melirang Mukti W	0.2	0.14	0.11	0.14982	6.67	←	A5 Sidorejo
10	A4 Sawunggaling	0.25	0.33	0.2	0.25895	3.86	←	A5 Sidorejo

## Flexibility

No		R1	R2	R3	average	normal	more important	
1	A1 K3PG	0.2	0.14	0.11	0.14982	6.67	←	A2 Ladang Hijau
2	A1 K3PG	1	5	9	3.51205	3.51	→	A3 Melirang Mukti W
3	A1 K3PG	0.5	0.2	0.14	0.2461	4.06	←	A4 Sawunggaling
4	A1 K3PG	0.33	0.2	0.11	0.19815	5.05	←	A5 Sidorejo
5	A2 Ladang Hijau	7	5	9	6.67486	6.67	→	A3 Melirang Mukti W
6	A2 Ladang Hijau	2	3	7	3.43299	3.43	→	A4 Sawunggaling
7	A2 Ladang Hijau	1	0.33	0.2	0.40916	2.44	←	A5 Sidorejo
8	A3 Melirang Mukti W	0.2	0.14	0.14	0.16277	6.14	←	A4 Sawunggaling
9	A3 Melirang Mukti W	0.14	0.11	0.11	0.1234	8.10	←	A5 Sidorejo
10	A4 Sawunggaling	0.5	0.33	0.11	0.26811	3.73	←	A5 Sidorejo

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## Lampiran 4

### Matrix Gabungan Subkriteria dan Alternatif

#### 1. Harga penawaran

Comparisons wrt "B1 Harga penawaran" node in "subkriteria" ...

File Computations Misc Help

Graphic Verbal Matrix Questionnaire

Comparisons wrt "B1 Harga penawaran" node in "subkriteria" cluster  
D1 Kesesuaian MSDS (specs) is 2.73 times more important than C1 Green Process (proc)

Inconsistency	Kesesuaian MSDS (specs)	Reputasi supply	F1 kapasitas produksi	Ketepatan waktu
1 Green Process (production)	2.73	2.31	2.6	3.92
Kesesuaian MSDS (specs)		3.92	2.73	1.44
Reputasi supply			3.92	7.25
F1 kapasitas produksi				3.23

Comparisons wrt "B1 Harga penawaran" node in "Alternative" ...

File Computations Misc Help

Graphic Verbal Matrix Questionnaire

Comparisons wrt "B1 Harga penawaran" node in "Alternative" cluster  
A2 Ladang Hijau is 2.4402 times more important than A1 K3PG

Inconsistency	? Ladang Hijau	Melrang Mukti	Sawunggaling	5 Sidorejo
1 K3PG	2.4402	1.81	2.14	4.65
? Ladang Hijau		2.06	1.26	3.23
Melrang Mukti			1.44	5.05
Sawunggaling				2.97

#### 2. Kondisi finansial

Comparisons wrt "B2 Kondisi Finansial" node in "subkriteria" d...

File Computations Misc Help

Graphic Verbal Matrix Questionnaire

Comparisons wrt "B2 Kondisi Finansial" node in "subkriteria" cluster  
B1 Harga penawaran is 1.44 times more important as E1 reputasi supplier

Inconsistency	Reputasi supply	F1 kapasitas produksi
Harga penawaran	1.44	3.23
Reputasi supply		5.9701

Comparisons wrt "B2 Kondisi Finansial" node in "Alternative" c...

File Computations Misc Help

Graphic Verbal Matrix Questionnaire

Comparisons wrt "B2 Kondisi Finansial" node in "Alternative" cluster  
A1 K3PG is 5.05 times more important than A2 Ladang Hijau

Inconsistency	? Ladang Hijau	Melrang Mukti	Sawunggaling	5 Sidorejo
1 K3PG	5.05	2.73	5.05	5.19
? Ladang Hijau		5.64	2.44	1.44
Melrang Mukti			6.67	7.25
Sawunggaling				3.92

### 3. Green process

Comparisons wrt "C1 Green Process (production)" node in "S..."

File Computations Misc Help

Graphic Verbal Matrix Questionnaire

Comparisons wrt "C1 Green Process (production)" node in "subkriteria" cluster  
 D1 *kesesuaian MSDS (specs)* is 2.4402 times more important than C2 *teknologi pengolahan limbah*

Inconsistency	<i>kesesuaian MSDS (specs)</i>
C2 teknologi pengolahan limbah	2.4402

Comparisons wrt "C1 Green Process (production)" node in "A..."

File Computations Misc Help

Graphic Verbal Matrix Questionnaire

Comparisons wrt "C1 Green Process (production)" node in "Alternative" cluster  
 A1 K3PG is 2.73 times more important than A2 Ladang Hijau

Inconsistency	? Ladang Hijau	Melirang Mukti	Sawunggaling	S Sidorejo
1 K3PG	2.73	1.44	1.81	5.05
? Ladang Hijau		5.05	5.05	2.97
Melirang Mukti			2.97	6.67
Sawunggaling				5.64

### 4. Teknologi pengolahan limbah

Comparisons wrt "C2 teknologi pengolahan limbah" node in "..."

File Computations Misc Help

Graphic Verbal Matrix Questionnaire

Comparisons wrt "C2 teknologi pengolahan limbah" node in "subkriteria" cluster  
 C1 Green Process (production) is 5.05 times more important than E1 reputasi supplier

Inconsistency	E reputasi supplier	F1 kapasitas produksi
1 Green Process (production)	5.05	1.0
E reputasi supplier		4.0601

Comparisons wrt "C2 teknologi pengolahan limbah" node in "..."

File Computations Misc Help

Graphic Verbal Matrix Questionnaire

Comparisons wrt "C2 teknologi pengolahan limbah" node in "Alternative" cluster  
 A1 K3PG is 5.64 times more important than A2 Ladang Hijau

Inconsistency	? Ladang Hijau	Melirang Mukti	Sawunggaling	S Sidorejo
1 K3PG	5.64	2.44	4.65	6.67
? Ladang Hijau		4.69	4.26	2.73
Melirang Mukti			5.05	6.64
Sawunggaling				2.89

## 5. Kesesuaian MSDS spesifikasi

Comparisons wrt "D1 kesesuaian MSDS (specs)" node in "sub..."

File Computations Misc Help

Graphic Verbal Matrix Questionnaire

Comparisons wrt "D1 kesesuaian MSDS (specs)" node in "subkriteria" cluster  
**B1 Harga penawaran** is 2.27 times more important than **C1 Green Process (production)**

Inconsistency	1 Green Process (production)	F1 kapasitas produksi
Harga penawaran	2.27	3.23
1 Green Process (production)		5.1894

Comparisons wrt "D1 kesesuaian MSDS (specs)" node in "Alt..."

File Computations Misc Help

Graphic Verbal Matrix Questionnaire

Comparisons wrt "D1 kesesuaian MSDS (specs)" node in "Alternative" cluster  
**A1 K3PG** is 6.34 times more important than **A2 Ladang Hijau**

Inconsistency	? Ladang Hijau	Melrang Mukti	Sawunggaling	5 Sidorejo
1 K3PG	6.34	1.44	2.97	4.26
? Ladang Hijau		5.36	4.32	1.35
Melrang Mukti			2.97	4.41
Sawunggaling				3.43

## 6. Quality Assurance

Comparisons wrt "D2 Quality Assurance for abnormal" node i...

File Computations Misc Help

Graphic Verbal Matrix Questionnaire

Comparisons wrt "D2 Quality Assurance for abnormal" node in "subkriteria" cluster  
**D1 kesesuaian MSDS (specs)** is 3.23 times more important than **C1 Green Process (prod**

Inconsistency	kesesuaian MSC (specs)	3 Flexibility
1 Green Process (production)	3.23	3.23
kesesuaian MSC (specs)		5.05

Comparisons wrt "D2 Quality Assurance for abnormal" node i...

File Computations Misc Help

Graphic Verbal Matrix Questionnaire

Comparisons wrt "D2 Quality Assurance for abnormal" node in "Alternative" cluster  
**A1 K3PG** is 5.55 times more important than **A2 Ladang Hijau**

Inconsistency	? Ladang Hijau	Melrang Mukti	Sawunggaling	5 Sidorejo
1 K3PG	5.55	1.4401	3.73	6.13
? Ladang Hijau		5.05	4.93	2.14
Melrang Mukti			4.69	4.65
Sawunggaling				5.05

## 7. Reputasi supplier

Comparisons wrt "E1 reputasi supplier" node in "subkriteria" c...

File Computations Misc Help

Graphic Verbal Matrix Questionnaire

Comparisons wrt "E1 reputasi supplier" node in "subkriteria" cluster  
 C1 Green Process (production) is 3.51 times more important than B2 Kondisi Finansial

Inconsistency	1 Green Process (production)	C2 teknologi pengolahan limbah	kesesuaian MSC specs	Ketepatan waktu kirim
2 Kondisi Finansial	3.51	5.97	8.1	7.25
1 Green Process (production)		2.97	5.64	2.4
C2 teknologi pengolahan limbah			3.51	3.23
kesesuaian MSC specs				2.89

Comparisons wrt "E1 reputasi supplier" node in "Alternative" ...

File Computations Misc Help

Graphic Verbal Matrix Questionnaire

Comparisons wrt "E1 reputasi supplier" node in "Alternative" cluster  
 A1 K3PG is 4.85 times more important than A2 Ladang Hijau

Inconsistency	? Ladang Hijau	Melrang Mukti	Sawunggaling	5 Sidorejo
1 K3PG	4.85	2.73	1.44	5.64
? Ladang Hijau		4.65	5.05	3.23
Melrang Mukti			2.44	6.67
Sawunggaling				4.65

## 8. Sumber daya organisasi

Comparisons wrt "E2 Sumber Daya Organisasi" node in "subkr..."

File Computations Misc Help

Graphic Verbal Matrix Questionnaire

Comparisons wrt "E2 Sumber Daya Organisasi" node in "subkriteria" cluster  
 C2 teknologi pengolahan limbah is 1.1799 times more important as B2 Kondisi Finansial

Inconsistency	C2 teknologi pengolahan limbah	L reputasi suppli	F1 kapasitas produksi
2 Kondisi Finansial	1.1799	2.19	5.05
C2 teknologi pengolahan limbah		2.89	1.44
L reputasi suppli			5.0505

Comparisons wrt "E2 Sumber Daya Organisasi" node in "Alter..."

File Computations Misc Help

Graphic Verbal Matrix Questionnaire

Comparisons wrt "E2 Sumber Daya Organisasi" node in "Alternative" cluster  
 A1 K3PG is 6.2 times more important than A2 Ladang Hijau

Inconsistency	? Ladang Hijau	Melrang Mukti	Sawunggaling	5 Sidorejo
1 K3PG	6.2	1.44	2.89	4.93
? Ladang Hijau		2.44	3.51	2.44
Melrang Mukti			4.65	5.64
Sawunggaling				5.05

## 9. Kapasitas produksi

Comparisons wrt "F1 kapasitas produksi" node in "subkriteria"...

File Computations Misc Help

Graphic Verbal Matrix Questionnaire

Comparisons wrt "F1 kapasitas produksi" node in "subkriteria" cluster  
 C1 Green Process (production) is 3.23 times more important than B2 Kondisi Finansial

Inconsistency	1 Green Process (production)	2 Sumber Daya (finansial)
	3.23	3.51
		3.64

Comparisons wrt "F1 kapasitas produksi" node in "Alternative"...

File Computations Misc Help

Graphic Verbal Matrix Questionnaire

Comparisons wrt "F1 kapasitas produksi" node in "Alternative" cluster  
 A1 K3PG is 4.32 times more important than A2 Ladang Hijau

Inconsistency	? Ladang Hijau	Melrang Mukti	Sawunggaling	5 Sidorejo
1 K3PG	4.32	3.23	4.06	6.2
? Ladang Hijau		7.46	5.05	1.8
Melrang Mukti			5.05	6.67
Sawunggaling				3.64

## 10. Ketepatan waktu pengiriman

Comparisons wrt "F2 Ketepatan waktu kirim" node in "subkriteria"...

File Computations Misc Help

Graphic Verbal Matrix Questionnaire

Comparisons wrt "F2 Ketepatan waktu kirim" node in "subkriteria" cluster  
 D1 kesesuaian MSDS (specs) is 2.73 times more important than

Inconsistency	Quality Assurance (normal)	F1 kapasitas produksi
kesesuaian MSDS (specs)	2.73	5.05
Quality Assurance (normal)		2.7

Comparisons wrt "F2 Ketepatan waktu kirim" node in "Altern..."

File Computations Misc Help

Graphic Verbal Matrix Questionnaire

Comparisons wrt "F2 Ketepatan waktu kirim" node in "Alternative" cluster  
 A1 K3PG is 4.41 times more important than A2 Ladang Hijau

Inconsistency	? Ladang Hijau	Melrang Mukti	Sawunggaling	5 Sidorejo
1 K3PG	4.41	2.85	2.73	4.93
? Ladang Hijau		2.36	2.05	2.89
Melrang Mukti			4.32	6.67
Sawunggaling				3.86

## 11. Flexibility

Comparisons wrt "F3 Flexibility" node in "subkriteria"...

File Computations Misc Help

Graphic Verbal Matrix Questionnaire

Comparisons wrt "F3 Flexibility" node in "subkriteria" cluster  
 F1 kapasitas produksi is 1.1199 times more important as

Inconsistency	F1 kapasitas produksi	Ketepatan waktu kirim
2 Kondisi Finansial	1.1199	3.51
F1 kapasitas produksi		3.23

Comparisons wrt "F3 Flexibility" node in "Alternative" cluster

File Computations Misc Help

Graphic Verbal Matrix Questionnaire

Comparisons wrt "F3 Flexibility" node in "Alternative" cluster  
 A1 K3PG is 6.67 times more important than A2 Ladang Hijau

Inconsistency	? Ladang Hijau	Melrang Mukti	Sawunggaling	5 Sidorejo
1 K3PG	6.67	3.51	4.06	5.05
? Ladang Hijau		6.67	3.43	2.44
Melrang Mukti			6.14	8.1
Sawunggaling				3.7

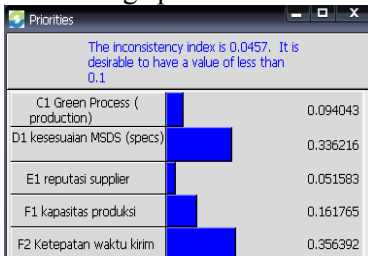
*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## Lampiran 5

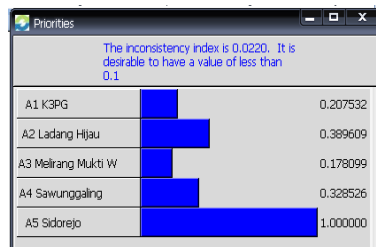
### Uji konsistensi dan *Local Proirity*

#### 1. Harga penawaran



The inconsistency index is 0.0457. It is desirable to have a value of less than 0.1

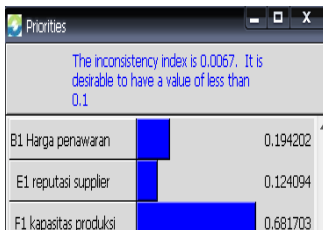
Criteria	Priority
C1 Green Process (production)	0.094043
D1 kesesuaian MSDS (specs)	0.336216
E1 reputasi supplier	0.051583
F1 kapasitas produksi	0.161765
F2 Ketepatan waktu kirim	0.356392



The inconsistency index is 0.0220. It is desirable to have a value of less than 0.1

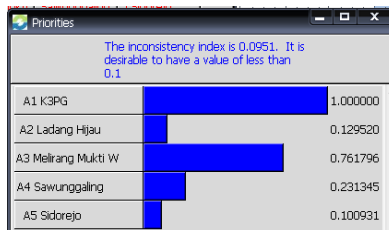
Criteria	Priority
A1 K3PG	0.207532
A2 Ladang Hijau	0.389609
A3 Melrang Mukti W	0.178099
A4 Sawunggaling	0.328526
A5 Sidorejo	1.000000

#### 2. Kondisi finansial



The inconsistency index is 0.0067. It is desirable to have a value of less than 0.1

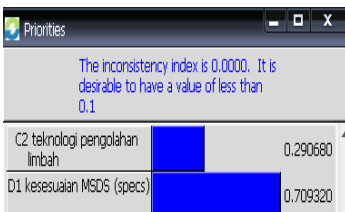
Criteria	Priority
B1 Harga penawaran	0.194202
E1 reputasi supplier	0.124094
F1 kapasitas produksi	0.681703



The inconsistency index is 0.0951. It is desirable to have a value of less than 0.1

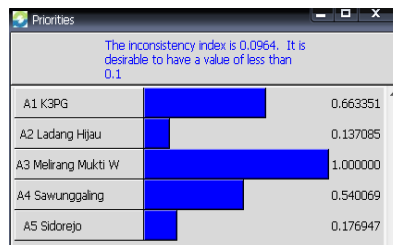
Criteria	Priority
A1 K3PG	1.000000
A2 Ladang Hijau	0.129520
A3 Melrang Mukti W	0.761796
A4 Sawunggaling	0.231345
A5 Sidorejo	0.100931

#### 3. *Green process*



The inconsistency index is 0.0000. It is desirable to have a value of less than 0.1

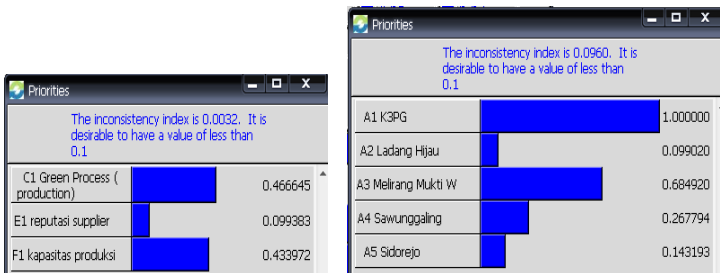
Criteria	Priority
C2 teknologi pengolahan limbah	0.290680
D1 kesesuaian MSDS (specs)	0.709320



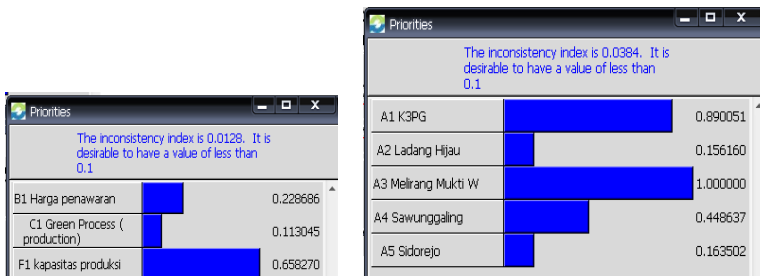
The inconsistency index is 0.0964. It is desirable to have a value of less than 0.1

Criteria	Priority
A1 K3PG	0.663351
A2 Ladang Hijau	0.137085
A3 Melrang Mukti W	1.000000
A4 Sawunggaling	0.540069
A5 Sidorejo	0.176947

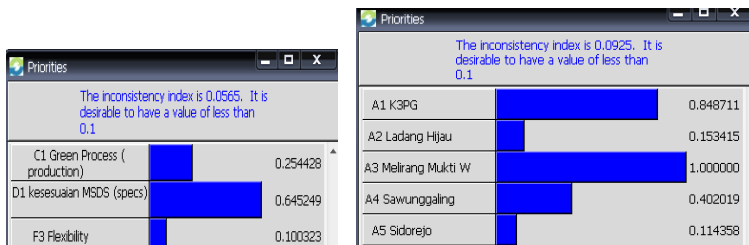
#### 4. Teknologi pengolahan limbah



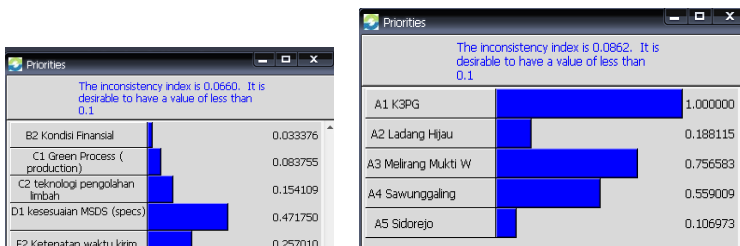
#### 5. Kesesuaian MSDS spesifikasi



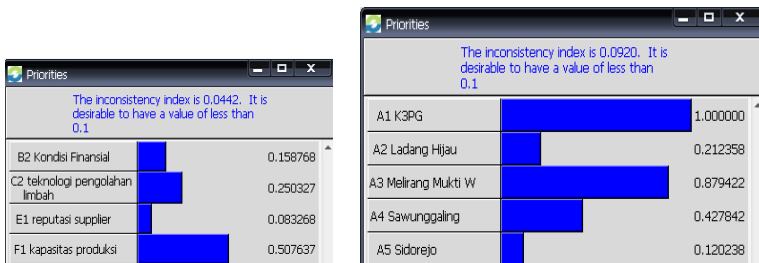
#### 6. Quality Assurance



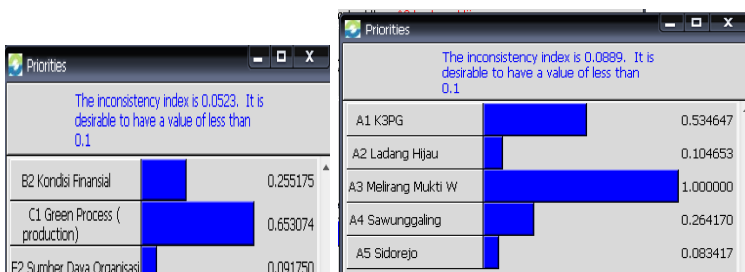
## 7. Reputasi supplier



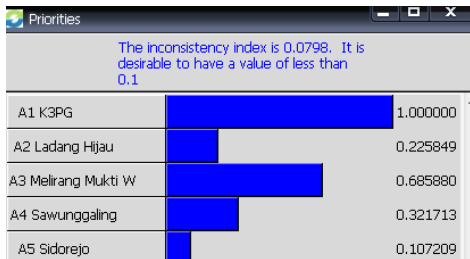
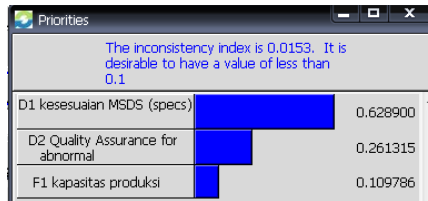
## 8. Sumber daya organisasi



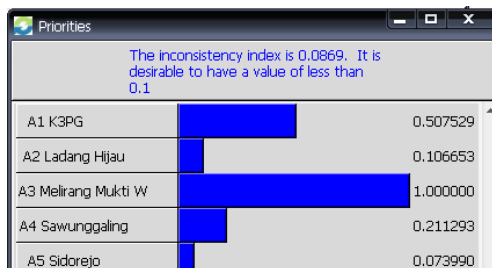
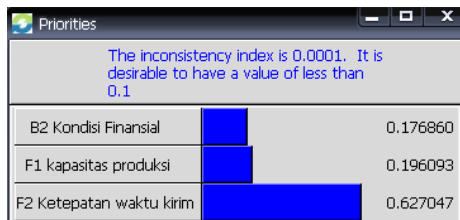
## 9. Kapasitas produksi



## 10. Ketepatan waktu pengiriman



## 11. Flexibility



# Lampiran 6

## Un-weighted Suprematix

	B1 Harg <sup>~</sup>	B2 Kond <sup>~</sup>	C1 Gre <sup>~</sup>	C2 tek <sup>~</sup>	D1 ke <sup>~</sup>	D2 Qual <sup>~</sup>	E1 rep <sup>~</sup>	E2 Sumb <sup>~</sup>	F1 kap <sup>~</sup>	F2 Kete <sup>~</sup>	F3 Fle <sup>~</sup>
A1 k306	0.09865	0.44972	0.26350	0.45560	0.33481	0.33699	0.38304	0.37881	0.26909	0.42723	0.2672
A2 Lada <sup>~</sup>	0.18520	0.05825	0.05445	0.04511	0.05874	0.06091	0.07206	0.08044	0.05267	0.09649	0.0561
A3 NeLi <sup>~</sup>	0.08466	0.34260	0.39723	0.31285	0.37617	0.39706	0.28980	0.33313	0.58330	0.29303	0.5264
A4 Sam <sup>~</sup>	0.15616	0.10404	0.21453	0.12201	0.16877	0.15963	0.21412	0.16207	0.13296	0.13745	0.1112
A5 Sio <sup>~</sup>	0.47534	0.04539	0.07029	0.06524	0.06150	0.04541	0.04097	0.04555	0.04198	0.04580	0.0389
menlit <sup>~</sup>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.0000
B Finan <sup>~</sup>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.0000
C Envir <sup>~</sup>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.0000
D Qual <sup>~</sup>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.0000
E Organ <sup>~</sup>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.0000
F Serv <sup>~</sup>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.0000
B1 Harg <sup>~</sup>	0.00000	0.19420	0.00000	0.00000	0.22869	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.0000
B2 Kond <sup>~</sup>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.03338	0.15877	0.25517	0.00000	0.1768
C1 Gre <sup>~</sup>	0.09404	0.00000	0.00000	0.46664	0.11305	0.25443	0.08375	0.00000	0.65307	0.00000	0.0000
C2 tek <sup>~</sup>	0.00000	0.00000	0.29068	0.00000	0.00000	0.00000	0.15411	0.25033	0.00000	0.00000	0.0000
D1 ke <sup>~</sup>	0.33622	0.00000	0.70932	0.00000	0.00000	0.64525	0.47175	0.00000	0.00000	0.62890	0.0000
D2 Qual <sup>~</sup>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.26132	0.0000
E1 rep <sup>~</sup>	0.05158	0.12409	0.00000	0.09298	0.00000	0.00000	0.00000	0.08327	0.00000	0.00000	0.0000
E2 Sumb <sup>~</sup>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.09175	0.00000	0.0000
F1 kap <sup>~</sup>	0.16176	0.68170	0.00000	0.43377	0.65827	0.00000	0.00000	0.50764	0.00000	0.10979	0.1960
F2 Kete <sup>~</sup>	0.35639	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.25701	0.00000	0.00000	0.00000	0.6270
F3 Fle <sup>~</sup>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.10032	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.0000

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## Lampiran 7

### Weighted Suprematix

	B1 Harq <sup>~</sup>	B2 Kond <sup>~</sup>	C1 Gree <sup>~</sup>	C2 tek <sup>~</sup>	D1 kese <sup>~</sup>	D2 Qual <sup>~</sup>	E1 repu <sup>~</sup>	E2 Sumb <sup>~</sup>	F1 kapa <sup>~</sup>	F2 kete <sup>~</sup>	F3 Fle <sup>~</sup>
A1 K3Pg	0.04932	0.22486	0.13175	0.22780	0.16741	0.16850	0.19152	0.18940	0.13454	0.21362	0.1336
A2 Lada <sup>~</sup>	0.09260	0.02912	0.02723	0.02256	0.02937	0.03046	0.03603	0.04022	0.02634	0.04825	0.0280
A3 Meli <sup>~</sup>	0.04253	0.17130	0.19861	0.15602	0.18809	0.19853	0.14490	0.16657	0.25165	0.14652	0.2632
A4 Sawu <sup>~</sup>	0.07808	0.05202	0.10727	0.06100	0.08438	0.07981	0.10706	0.08103	0.06648	0.06872	0.0556
A5 Sido <sup>~</sup>	0.23767	0.02270	0.03514	0.03262	0.03075	0.02270	0.02049	0.02277	0.02099	0.02290	0.0194
memilih <sup>~</sup>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.0000
B Finan <sup>~</sup>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.0000
C Envir <sup>~</sup>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.0000
D Quali <sup>~</sup>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.0000
E Organ <sup>~</sup>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.0000
F Servi <sup>~</sup>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.0000
B1 Harq <sup>~</sup>	0.00000	0.09710	0.00000	0.00000	0.11434	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.0000
B2 Kond <sup>~</sup>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.01669	0.07938	0.12759	0.00000	0.0084
C1 Gree <sup>~</sup>	0.04702	0.00000	0.00000	0.23332	0.05052	0.12721	0.04188	0.00000	0.32054	0.00000	0.0000
C2 tek <sup>~</sup>	0.00000	0.00000	0.14534	0.00000	0.00000	0.00000	0.07705	0.12516	0.00000	0.00000	0.0000
D1 kese <sup>~</sup>	0.16811	0.00000	0.35466	0.00000	0.00000	0.32263	0.23588	0.00000	0.00000	0.31445	0.0000
D2 Qual <sup>~</sup>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.13066	0.0000
E1 repu <sup>~</sup>	0.02579	0.06205	0.00000	0.04969	0.00000	0.00000	0.00000	0.04163	0.00000	0.00000	0.0000
E2 Sumb <sup>~</sup>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.04587	0.00000	0.0000
F1 kapa <sup>~</sup>	0.00808	0.34085	0.00000	0.21699	0.32914	0.00000	0.00000	0.25382	0.00000	0.05489	0.0980
F2 kete <sup>~</sup>	0.17820	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.12851	0.00000	0.00000	0.00000	0.3135
F3 Fle <sup>~</sup>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.05016	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.0000

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



# Lampiran 8

## Limit Suprematix

	memilih	B Finan	C Envis	D Quali	E Organ	F Servi	B1 Harg	B2 Kond	C1 Gree	C2 tek	D1 kes
A1 K3Pg	0.15416	0.15416	0.15416	0.15416	0.15416	0.15416	0.15416	0.15416	0.15416	0.15416	0.1541
A2 Lada	0.03255	0.03255	0.03255	0.03255	0.03255	0.03255	0.03255	0.03255	0.03255	0.03255	0.0325
A3 Meli	0.19111	0.19111	0.19111	0.19111	0.19111	0.19111	0.19111	0.19111	0.19111	0.19111	0.1911
A4 Sawi	0.08073	0.08073	0.08073	0.08073	0.08073	0.08073	0.08073	0.08073	0.08073	0.08073	0.0807
A5 Sido	0.04146	0.04146	0.04146	0.04146	0.04146	0.04146	0.04146	0.04146	0.04146	0.04146	0.0406
memilin	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.0006
B Finan	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.0006
C Envis	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.0006
D Quali	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.0006
E Organ	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.0006
F Servi	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.0006
B1 Harg	0.03199	0.03199	0.03199	0.03199	0.03199	0.03199	0.03199	0.03199	0.03199	0.03199	0.0319
B2 Kond	0.03436	0.03436	0.03436	0.03436	0.03436	0.03436	0.03436	0.03436	0.03436	0.03436	0.0343
C1 Gree	0.11761	0.11761	0.11761	0.11761	0.11761	0.11761	0.11761	0.11761	0.11761	0.11761	0.1176
C2 tek	0.03873	0.03873	0.03873	0.03873	0.03873	0.03873	0.03873	0.03873	0.03873	0.03873	0.0387
D1 kes	0.11072	0.11072	0.11072	0.11072	0.11072	0.11072	0.11072	0.11072	0.11072	0.11072	0.1107
D2 Quali	0.00376	0.00376	0.00376	0.00376	0.00376	0.00376	0.00376	0.00376	0.00376	0.00376	0.0037
E1 repu	0.01072	0.01072	0.01072	0.01072	0.01072	0.01072	0.01072	0.01072	0.01072	0.01072	0.0107
E2 Sumb	0.01154	0.01154	0.01154	0.01154	0.01154	0.01154	0.01154	0.01154	0.01154	0.01154	0.0115
F1 kapa	0.12580	0.12580	0.12580	0.12580	0.12580	0.12580	0.12580	0.12580	0.12580	0.12580	0.1258
F2 Ket	0.01439	0.01439	0.01439	0.01439	0.01439	0.01439	0.01439	0.01439	0.01439	0.01439	0.0143
F3 Flex	0.00038	0.00038	0.00038	0.00038	0.00038	0.00038	0.00038	0.00038	0.00038	0.00038	0.0003

Halaman ini sengaja dikosongkan

## Lampiran 9

### Bobot Prioritas Alternatif dan Subkriteria

Super Decisions Main Window: anp kapur 70%.mod: Priorities				
Here are the priorities.				
Icon	Name		Normalized by Cluster	Limiting
No Icon	A1 K3PG		0.30832	0.154160
No Icon	A2 Ladang Hijau		0.06510	0.032548
No Icon	A3 Melirang Mukti W		0.38221	0.191107
No Icon	A4 Sawunggaling		0.16145	0.080725
No Icon	A5 Sidorejo		0.08292	0.041460
No Icon	B1 Harga penawaran		0.06398	0.031992
No Icon	B2 Kondisi Finansial		0.06872	0.034358
No Icon	C1 Green Process (production)		0.23522	0.117608
No Icon	C2 teknologi pengolahan limbah		0.07746	0.038728
No Icon	D1 kesesuaian MSDS (specs)		0.22143	0.110716
No Icon	D2 Quality Assurance for abnormal		0.00752	0.003761
No Icon	E1 reputasi supplier		0.02145	0.010724
No Icon	E2 Sumber Daya Organisasi		0.02308	0.011542
No Icon	F1 kapasitas produksi		0.25160	0.125799
No Icon	F2 Ketepatan waktu kirim		0.02879	0.014394
No Icon	F3 Flexibility		0.00075	0.000377

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## Lampiran 10

### MCGP dalam Lindo

```

LINDO

File Edit Solve Reports Window Help

[Icons]

D:\DOCUMENT~1\ALIEPA~1\MYDOCU~1\TAJALA~1\FIX.LTX

ffungsi tujuan minimasi deviasi pencapaian supplier pada masing kriteria
MIN 0.0630D1P+0.2210D2P+0.2510D3M+0.0280D4P+0.2350D5M+0.0770D6M+
0.0680D7H+0.0230D8H+0.0070D9M+0.0010D10H+0.0210D11M

!konstrain / pencapaian supplier
SUBJECT TO

!minimasi harga penawaran
5217X1+1450X2+5217X3+5217X4+1450X5-D1P+D1M=10000
!minimasi kesesuaian MSDS
54779X1+61180X2+51290X3+53912X4+64860X5-D2P+D2M=20000
!maximasi kapasitas
40X1+20X2+40X3+10X4+15X5-D3P+D3M=40
!minimasi leadtime pengiriman
18750X1+168750X2+18750X3+75000X4+168750X5-D4P+D4M=10000
!maximasi SFR
80X1+65X2+85X3+75X4+60X5-D5P+D5M=100
!maximasi SFR
80X1+70X2+82X3+78X4+70X5-D6P+D6M=100
!maximasi SFR
95X1+70X2+90X3+85X4+70X5-D7P+D7M=100
!maximasi SFR
90X1+76X2+90X3+80X4+75X5-D8P+D8M=100
!maximasi SFR
90X1+70X2+86X3+80X4+80X5-D9P+D9M=100
!maximasi SFR
95X1+70X2+90X3+80X4+75X5-D10P+D10M=100
!maximasi SFR
90X1+80X2+95X3+86X4+75X5-D11P+D11M=100

!memilih supplier optimal
X1+X2+X3+X4+X5=1
X1>=0
X2>=0
X3>=0
X4>=0
X5>=0

D1P>=0
D2P>=0
D3P>=0
D4P>=0
D5P>=0
D6P>=0
D7P>=0
D8P>=0
D9P>=0
D10P>=0
D11P>=0

D1M>=0
D2M>=0
D3M>=0
D4M>=0
D5M>=0
D6M>=0
D7M>=0
D8M>=0
D9M>=0
D10M>=0
D11M>=0

END

int X1
int X2
int X3
int X4
int X5

```

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Pati pada tanggal 06 Agustus 1989. Menempuh pendidikan formal di MI Nahjatul Faizin Pucakwangi Pati, MTs Bodeh Pati dan Madrasah Aliyah Tarbiyatul Banin Winong Pati. Penulis memulai jenjang perkuliahan pada tahun 2007 di Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis aktif diberbagai kegiatan dan organisasi kemahasiswaan diantaranya sebagai Kepala Departemen Kaderisasi MSI Ulul Ilmi HMTI ITS serta Ketua Umum Organisasi Mahasiswa Kedaerahan Ikatan keluarga Mahasiswa Pati (IKMP) Surabaya. Untuk bidang akademik penulis memiliki bidang minat pada Pengendalian Kualitas serta Management Logistik dan Supply Chain. Penulis pernah mengikuti kegiatan kerja praktek bidang pengendalian kualitas produk kacang garing di PT. Dua Kelinci serta melakukan penelitian dalam hal proses tender dan pemilihan *supplier* pada PT Petrokimia Gresik. Jika dikemudian hari terdapat pertanyaan mengenai penelitian ini, maka dapat menghubungi penulis di alamat email *aliepati@yahoo.co.id*.

# **ANALISA PEMILIHAN SUPPLIER BERBASIS KRITERIA GREEN PROCUREMENT MENGGUNAKAN METODE ANALYTICAL NETWORK PROCESS, TAGUCHI LOSS FUNCTION DAN MULTI-CHOICE GOAL PROGRAMMING (PADA PT PETROKIMIA GRESIK)**

**Ali Murtadlo, Suparno**

Jurusan Teknik Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya

Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111

Email: [aliepati@yahoo.co.id](mailto:aliepati@yahoo.co.id) ; [suparno@ie.its.ac.id](mailto:suparno@ie.its.ac.id)

## **Abstrak**

*Globalisasi industri dan kepedulian konsumen terhadap lingkungan hidup yang semakin meningkat serta berwawasan lingkungan memaksa industri melakukan penyesuaian dengan konsep green industries termasuk dalam kegiatan supply chain management dan procurement salah satunya pemilihan supplier. PT Petrokimia Gresik sebagai perusahaan pupuk kimia nasional yang berhubungan dengan berbagai material dan bahan baku kimia dengan berbagai tingkat resiko lingkungan sehingga penerapan konsep green procurement perlu dipertimbangkan.*

*Proses pemilihan supplier digunakan integrasi analytical network process (ANP), pendekatan kualitas taguchi loss function dan multi-choice goal programming (MCGP). pembobotan subkriteria dengan ANP diperoleh ranking pembobotan terbesar antara lain kapasitas produksi, green process, dan kesesuaian MSDS. Taguchi loss function mengidentifikasi fungsi kerugian secara finansial pada subkriteria harga penawaran, kesesuaian MSDS dan ketepatan waktu pengiriman. Diperoleh ranking prioritas supplier untuk material kapur aktif CAO 70% antara lain Melirang MW, K3PG kemudian Sawunggaling*

**Kata kunci:** *Supplier selection, Green procurement , ANP, Taguchi loss function, MCGP*

## **ABSTRACT**

Globalization of industry and consumer concern to the environment issues forced industries to make adjustments to the green industries concept included the activities of supply chain management and procurement like supplier selection. PT Petrokimia Gresik as the national chemical fertilizer company associated with variety of materials and chemical raw materials with different levels of risk environments so that application of the green procurement concept needs to be considered.

In this research supplier selection used integrated analytical network process (ANP), taguchi loss function and multi-choice goal programming (MCGP). subcriteria weighting with ANP obtained rankings of the largest weight are production capacity, green process and suitability of MSDS. Taguchi loss function identify the functions of financial losses at price, the suitability of MSDS and on time deliver subcriteria. Retrieved ranking priority of CAO 70% active lime suppliers are Melirang MW, K3PG then Sawunggaling

**Keywords :** *Supplier selection, Green procurement , ANP, Taguchi loss function, MCGP*

## **1. Pendahuluan**

Perkembangan industri dan kepedulian konsumen terhadap lingkungan hidup yang semakin meningkat serta isu tentang konsep industri yang

berwawasan lingkungan telah memaksa industri melakukan penyesuaian dengan konsep green industries dalam setiap bisnis prosesnya termasuk dalam *supply chain management* dan *procurement* yang lebih dikenal sebagai konsep *green*



*procurement*. Yeh dan Chuang (2010) mendefinisikan *green procurement* sebagai proses manajemen yang mengatur hubungan antar *supplier*, material dan bahan baku, serta lingkungan baik alam maupun manusia sendiri. Konsep *green procurement* membawa prinsip perlindungan lingkungan ke dalam sistem manajemen *supplier*. Salah satu bagian terpenting dalam bisnis proses *procurement* yaitu pemilihan *supplier*. Memilih *supplier* yang berkualitas akan menghasilkan produk berkualitas pula, dapat melakukan efisiensi biaya pembelian, meningkatkan kepuasan pelanggan dan meningkatkan kemampuan kompetitif perusahaan (Liao dan Kao 2010). Permasalahan yang muncul adalah ketika menentukan alternatif *supplier* menjadi semakin kompleks seiring dengan tuntutan konsep *green procurement*. Pemilihan *supplier* tradisional pada umumnya menggunakan kriteria kualitas, *delivery time*, harga dan pelayanan namun masih mengesampingkan faktor lingkungan. Hal ini sangat merugikan khususnya bagi industri yang mempunyai jenis material atau bahan baku yang sangat rentan mengganggu keselamatan lingkungan sehingga aplikasi *green procurement* sangat diperlukan (Lee et al., 2009).

PT Petrokimia Gresik adalah perusahaan pupuk nasional yang memproduksi berbagai jenis pupuk kimia seperti ZA, UREA, dan NPK. Dalam proses produksinya dibutuhkan berbagai bahan kimia serta material pertambangan seperti misalnya asam amonia, asam fosfat, dan asam sulfat yang memiliki resiko gangguan yang tinggi baik pada lingkungan kerja dan operator didalamnya hingga lingkungan luar yaitu konsumen dan resiko pencemaran lingkungan hidup. Pada situasi ini tentu tidak optimal jika kegiatan pemilihan *supplier* masih menggunakan formulasi dan kriteria-kriteria pemilihan *supplier* tradisional.

Pihak *supplier* terkadang menyediakan material yang terbatas. Di sisi lain perusahaan dan industri manufaktur selalu menginginkan performansi kriteria *supplier* dapat memenuhi standar nilai kriteria yang ditargetkan (target value) perusahaan tersebut. Jika terjadi perbedaan antara nilai target perusahaan dengan nilai performansi *supplier*, maka dapat menjadi suatu kerugian atau loss bagi perusahaan tersebut. Liao dan Kao (2009) melakukan pendekatan kriteria pemilihan *supplier* dengan mengurangi loss yang mungkin terjadi pada target value perusahaan. Loss diidentifikasi dengan pendekatan model *taguchi loss function* yang dikembangkan oleh Taguchi (2004). Yang dan El Haik (2003) menjelaskan bahwa *taguchi loss function* mengevaluasi kriteria value pada masing-masing *supplier* apakah sudah sesuai dengan target value yang diharapkan perusahaan atau sebaliknya.

Penelitian ini mengembangkan jurnal ilmiah Liao dan Kao (2009) yang menggunakan integrasi analytical hierarchy process (AHP), *taguchi loss function* dan *multi-choice goal programming* (MCGP) dengan menambahkan perhatian lebih pada kriteria *green procurement* yang ramah lingkungan dan mempertimbangkan kesesuaian criteria value tiap *supplier* terhadap target value perusahaan. Peneliti mengganti metode AHP dengan *analytical network process* (ANP) dalam menentukan bobot kriteria. ANP dipilih karena keunggulannya dalam menangkap interaksi ketergantungan dan interdependensi antar kriteria dan subkriteria. ANP memberikan kerangka baru untuk menangani permasalahan keputusan tanpa membuat asumsi independensi elemen yang lebih tinggi levelnya dari elemen yang lebih rendah. Selanjutnya metode *taguchi loss function* akan mengevaluasi kriteria value masing-masing kandidat *supplier* berdasarkan target value perusahaan. Kedua metode tersebut selanjutnya diintegrasikan dengan *multi-choice goal programming* (MCGP) untuk meminimalkan gap atau deviasi pada target value yang didapatkan dari *taguchi loss function* dengan memasukkan bobot kepentingan (*weight*) subkriteria pada fungsi tujuan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif *supplier* yang sesuai dengan konsep ramah lingkungan.

## 2. Dasar Teori

Pada bagian ini akan dijelaskan dasar teori tentang *supplier selection*, ANP, *taguchi loss function*, dan MCGP

### 2.1. *supplier selection*

*Supplier* merupakan industri atau vendor yang menyediakan material dan bahan baku, komponen atau pelayanan yang tidak dapat disediakan oleh industri manufaktur (Chen, 2010). Dalam konteks *supply chain management* dan *procurement*, *supplier* menjadi hal yang vital karena pemilihan *supplier* yang tepat akan memberikan kualitas dan kuantitas yang tepat pula pada industri terkait. Begitu juga pada kasus *green procurement*, memilih *supplier* yang *sustain* terhadap lingkungan, akan mempengaruhi performansi lingkungan hidup suatu industri.

*Supplier* dipilih melalui proses yang kompleks dengan mempertimbangkan banyak kriteria. Hal ini disebabkan kriteria performansi *supplier* berusaha untuk memenuhi semua keinginan industri, seperti dalam pemilihan *supplier* tradisional yang mempertimbangkan beberapa kriteria seperti *cost*, *delivery time*, *quality*, dan *service* (Lee et al., 2009). Namun perkembangan industri dan isu

perlindungan lingkungan hidup mulai menuntut *supplier* untuk menghasilkan material dan bahan baku yang *sustainable* terhadap lingkungan sehingga penelitian ini mengembangkan kriteria *green procurement*.

Humphrey et al. (2004) mengklasifikasikan kriteria pemilihan *supplier* berbasis *green procurement* kedalam *quantitative kriteria* berupa *environment pollutan effect cost* dan *improvement cost* dan *qualitative kriteria* antara lain *management competencies*, *green image*, *environmental competencies*, *environment management system*, dan *design for environment*. Lee et al. (2009) merekomendasikan kriteria pemilihan *supplier* berbasis *green procurement* yang terstruktur dengan kriteria-kriteria *quality*, *technology capability*, *total product life cycle cost*, *green image*, *pollution control*, *environment management*, *green product*, dan *green competencies*.

## 2.2 Analytical network process

*Analytical Network Process* (ANP) adalah teori pengembangan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dalam aspek kemampuan interaksi ketergantungan dan umpan balik kemudian melakukan generalisasi dengan *supermatrix* (Saaty, 2003). menurut Saaty (2003) ANP dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan MCDM yang tidak dapat terstrukturkan dikarenakan ANP melihat interaksi dan ketergantungan antar elemen pada hirarki.

ANP mampu memodelkan sistem dengan *feedback* dimana suatu level memungkinkan mendominasi atau didominasi oleh level lain. ANP menggambarkan *interdependencies* sebagai sebuah anak panah searah maupun dua arah pada tiap kriteria yang berbeda. *Interdependencies* yang terjadi antar elemen atau kriteria dinamakan *outer dependencies*, sedangkan jika terjadi pada elemen atau kriteria yang sama dinamakan *inner dependencies*.

ANP telah dipakai secara luas sebagai metode pendekatan pengambilan keputusan salah satunya dalam *supplier selection*. Celebi et al. (2010) menggunakan pendekatan ANP untuk melakukan manajemen logistik pada industri manufaktur di Turki, dimana mereka merumuskan tiga strategi yang akan dievaluasi dan dipilih yang terbaik, antara lain *in-house logistics*, *third party arrangements*, dan *strategic alliance*. Hsu dan Hu (2010) menggunakan ANP untuk evaluasi *supplier* berdasarkan faktor lingkungan khususnya mengenai produk yang berpotensi memiliki bahan berbahaya. ANP juga sangat terbuka untuk integrasi dengan pendekatan lain seperti Negoro (2008) yang mengkombinasikan ANP dengan *goal programming*

untuk melakukan pemilihan *supplier* dan alokasi pembelian pada PT Petrokimia Gresik.

## 2.3 Taguchi loss function

*Taguchi loss function* didefinisikan sebagai nilai estimasi kerugian yang disebabkan oleh penyimpangan karakteristik kinerja yang berkaitan dengan nilai harapan perusahaan (Yang dan El Haik, 2003). Yang dan El Haik (2003) mengartikan *loss* sebagai kerugian yang berpotensi terjadi saat suatu karakteristik kualitas fungsional produk menyimpang dari nilai nominalnya yang ditargetkan, meskipun sekecil apapun penyimpangan yang terjadi.

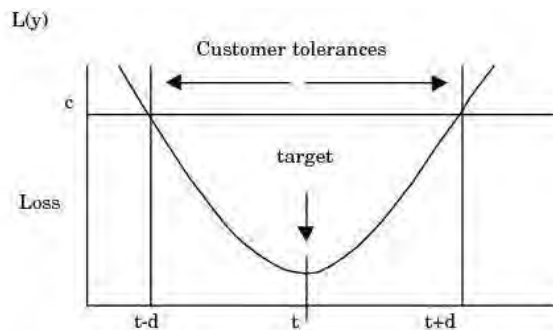
Taguchi (2004) menganggap setiap produk yang dihasilkan yang menyimpang dari nilai targetnya walaupun berada dalam batas spesifikasi produk yang ditetapkan oleh perusahaan tetap akan menimbulkan kerugian. Kerugian tersebut akan berdampak bagi perusahaan terutama dalam jangka panjang, dimana perusahaan akan kehilangan pangsa pasarnya karena produk yang dihasilkan tidak memenuhi kepuasan konsumen.

*Taguchi loss function* mengetahui kebutuhan tentang apa yang diinginkan perusahaan dan adanya fakta penyimpangan dari target yang ditetapkan akan dimaksimalkan. Penyimpangan ini bukan hanya terjadi pada produk akhir saja, namun dari bahan baku dan material. Liao dan Kao 2010 menggunakan pendekatan *taguchi loss function* untuk melihat kemungkinan *loss* terjadi pada *target value* bahan baku. Mereka menerapkan *taguchi loss function* sebagai salah satu parameter pemilihan *supplier* yang berkualitas.

Berdasarkan *Taguchi's Quality Engineering Handbook*, Taguchi (2004) merumuskan pendekatan *loss function* menjadi tiga kategori, yaitu:

1. *Nominal Is The Best*, merupakan karakteristik kualitas dengan nilai yang dapat positif maupun negatif. Nilai yang diukur berdasarkan nilai target yang telah ditetapkan. Pencapaian nilai mendekati target yang telah ditetapkan maka kualitas semakin baik.
2. *Lower Is Better*, merupakan karakteristik terukur non negatif dengan nilai ideal nol. Pencapaian nilai mendekati nol maka kualitas akan semakin baik.
3. *Higher Is Better*, merupakan karakteristik terukur dengan nilai non negatif dengan nilai ideal tak terhingga. Pencapaian nilai mendekati nilai tak terhingga maka kualitas yang dihasilkan akan semakin baik.

Kerugian akibat penyimpangan produk dari nilai target ini dapat diestimasi dengan melakukan pendekatan kurva *taguchi loss function* dengan menggabungkan kerugian yang diterima perusahaan secara finansial dengan fungsi kerugian melalui hubungan kuadratik. Kerugian perusahaan bersifat proporsional dengan besarnya penyimpangan nilai target. Kurva *taguchi loss function* dijelaskan pada gambar 1.



**Gambar 1.** Kurva *Taguchi loss function* (Yang dan El Haik,2003)

*Taguchi loss function* dengan notasi  $L(y)$  menggambarkan kerugian yang diterima konsumen atau perusahaan jika kualitas produk  $y$  menyimpang dari nilai target. *Taguchi loss function* dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$L(y) = k (y - T)^2 \dots \dots \dots (1)$$

dimana :

$k$  = konstanta yang tergantung pada struktur external failure cost

$y$  = nilai aktual dari karakteristik kualitas

$T$  = nilai yang ditargetkan dari karakteristik kualitas

$L$  = nilai kerugian kualitas, *taguchi loss function*

## 2.4 Multi-choice goal programming

*Goal programming* merupakan teknik yang penting untuk menemukan sebuah solusi optimal dalam MCDM. *Goal programming* pertama kali diperkenalkan oleh Charnes dan cooper (1961) dan semakin berkembang seperti *Weighted GP* atau *MINMAX GP*. Tujuan *goal programming* terpenting yaitu untuk meminimasi deviasi, *gap* atau perbedaan antara pencapaian tujuan atau *goal* dan level aspirasi yang diinginkan (*aspiration level*) .

Liao dan Kao (2010) menggunakan MCGP untuk mengintegrasikan pendekatan *taguchi loss function* dengan AHP untuk memperoleh alternatif *supplier* terbaik, dimana fungsi minimasi *loss* menjadi fungsi tujuan dan konstrainnya merupakan bobot masing kriteria *supplier*.

Dalam penelitian ini, MCGP akan mengintegrasikan *aspiration level* dari *target value* yang diperoleh pada *taguchi loss function* dengan mempertimbangkan bobot kriteria *supplier* dari model ANP.

## 3. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian ini dibagi menjadi tiga tahap yaitu tahap persiapan, tahap pengumpulan dan pengolahan data dan tahap Interpretasi dan kesimpulan.

### 3.1 Tahap Persiapan

Tahapan ini dilakukan identifikasi permasalahan. Permasalahan yang akan dibahas disini antara lain untuk melakukan pemilihan *supplier* pada PT Petrokimia Gresik dengan mempertimbangkan multi kriteria berbasis pada *green procurement*. Selanjutnya ditentukan tujuan sebagai arah penelitian itu sendiri. Adapun tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh *taguchi loss function* dalam proses evaluasi awal *supplier* potensial terhadap kriteria *target value* perusahaan, kemudian untuk mengetahui kriteria-kriteria apa saja yang mempengaruhi performansi *supplier* dan disesuaikan dengan konsep *green procurement*, mendapatkan prioritas dan tingkat kepentingan pada tiap kriteria dan pada akhirnya dapat mengetahui alternatif *supplier* yang sesuai konsep *green procurement* . Untuk mendukung segala materi dan bahan teoritis yang akan dijadikan dasar selama penelitian berlangsung dilakukan studi literatur dan studi lapangan

### 3.2 Tahap pengumpulan dan pengolahan data

Data yang diperlukan pada penelitian ini antara lain data informasi *supplier* dan penilaian kinerja *supplier*. Data informasi *supplier* didapatkan dari database perusahaan tentang *supplier* yang telah atau akan menjadi mitra kerjasama. penilaian kinerja *supplier* diperoleh dengan penyebaran kuisioner, wawancara, dan *brainstorming* dengan pihak-pihak yang terkait (*stake holder*) dengan obyek penelitian.

Data yang telah dikumpulkan dapat dilakukan pengolahan data meliputi penentuan kriteria pemilihan *supplier*, proses evaluasi nilai kriteria (*criteria value*) pada masing-masing *supplier* terhadap *target value* perusahaan menggunakan *taguchi loss function*, proses pembobotan kriteria (*weight*) dan keputusan alternatif *supplier* berdasarkan *analytical network process* (ANP), serta mengintegrasikan bobot kriteria pada tiap *supplier* (ANP) dengan *criteria value* (*taguchi loss function*) menggunakan *multi-choice goal programming* (MCGP) untuk mendapatkan alternatif *supplier*

yang mempertimbangkan minimasi *loss* perusahaan dan pencapaian kriteria performansi *supplier*.

### 3.3 Tahap Interpretasi dan kesimpulan

Dilakukan analisa dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya. Untuk mendukung analisa. Melalui analisa dan interpretasi ini akan diketahui pengaruh konsep *taguchi loss function* dalam mendukung pemilihan *supplier*, kemudian kriteria mana yang berpengaruh besar dalam proses keputusan pemilihan *supplier* berbasis *green procurement*. Selain itu akan diketahui alternatif *supplier* yang akan dijadikan *partnership* oleh perusahaan. Selanjutnya dapat ditarik suatu kesimpulan yang berkaitan dengan kriteria pemilihan *supplier* yang mempunyai prioritas terbesar dan diketahui *supplier* yang tepat dan memiliki nilai terbaik dari kriteria acuan yang nantinya dijadikan *supplier partner* oleh perusahaan.

## 4. Pengumpulan dan Pengolahan Data

### 4.1 Material dan *supplier* objek penelitian

Sebagai perusahaan pupuk skala nasional dan memproduksi berbagai jenis pupuk kimia, PT Petrokimia Gresik mempunyai ribuan jenis material dan bahan baku dengan berbagai macam karakteristik dan sifatnya. Menurut fungsinya material dan bahan baku yang digunakan pada PT Petrokimia Gresik dibedakan tiga jenis yaitu bahan baku

Menurut pihak ahli PT Petrokimia Gresik bahan baku utama bisa dimasukkan pada kategori material rawan dampak lingkungan karena dalam prosesnya bahan baku seperti ammonia, asam sulfat dan asam fosfat membutuhkan standar keamanan dan penanganan yang khusus yang disebut *material safety data sheet* (MSDS). Jika penanganannya tidak sesuai dengan standar operasi tersebut bisa menimbulkan dampak yang berbahaya bagi lingkungan baik pada operator atau pekerjanya, maupun pada lingkungan kerja sekitarnya.

Bahan baku kimia utama biasanya dibutuhkan dalam skala besar padahal jumlahnya terbatas. Dikarenakan bahan kimia tersebut membutuhkan standar penanganan khusus ditambah lagi sumber daya alam yang terbatas maka jumlah *vendor* produsen material ini sangat terbatas bahkan pelaku tunggal dan beberapa produsen berasal dari luar negeri. Oleh karena itu dalam penentuan *supplier* tidak dilakukan pemilihan secara periodik melainkan berupa kerjasama kontrak dalam jangka waktu panjang sehingga tidak bisa dijadikan objek amatan.

Akhirnya diperoleh bahan baku penolong lebih cocok menjadi objek amatan penelitian melihat kompetisi dari *supplier* yang tinggi. Dipilih material kapur aktif MESS 70%. Kapur aktif adalah material yang digunakan untuk proses pengolahan limbah hasil produksi. Sebelum limbah cair dibuang ke lingkungan terlebih dahulu harus diturunkan kadar keasamannya dengan menggunakan kapur aktif. Kebutuhan terhadap kapur aktif sangat tinggi setiap minggunya dikarenakan volume limbah yang dihasilkan juga tinggi. Batas kualitas 70% ditetapkan untuk menjaga kualitas hasil netralisir limbah sehingga limbah yang dikeluarkan ke lingkungan terjamin tidak akan mengganggu kelestarian lingkungan hidup. Terdapat beberapa vendor yang terdata sebagai alternatif *supplier* kapur aktif kemudian diambil lima sampel *vendor* yang dianggap terbaik untuk kapur aktif MESS 70% antara lain : K3PG, Ladang Hijau, Melirang Mukti W, Sawunggaling dan Sidorejo. Beberapa calon *supplier* ini yang akan menjadi alternatif dalam komputasi ANP.

### 4.2 Kriteria dan subkriteria pemilihan *supplier*

Identifikasi kriteria dan subkriteria didasarkan oleh pendapat ahli dan referensi dari penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan kriteria pemilihan *supplier* berbasis *green procurement*. Kriteria dan subkriteria pemilihan *green supplier* didasarkan pada penelitian Lee et al (2009) dan Humprey (2004) antara lain faktor biaya, lingkungan, kualitas, organisasi dan pelayanan. Kriteria tersebut kemudian masih diidentifikasi beberapa subkriteria yang akan mendetailkan lingkup acuan performansinya antara lain pada tabel 1.

**Tabel 1.** Kriteria-subkriteria *green procurement*

Kriteria	Subkriteria
Finansial (B)	Harga Penawaran (B1)
	Kondisi finansial (B2)
Lingkungan (C)	<i>Green Process</i> (C1)
	teknologi pengolahan limbah (C2)
	<i>Environment management</i> , (C3)
Kualitas (D)	Kesesuaian MSDS dan spesifikasi (D1)
	<i>Quality Assurance</i> (D2)
Organisasi (E)	Reputasi <i>supplier</i> (E1)
	Sumber daya organisasi (E2)
Pelayanan (F)	Kapasitas produksi (F1)
	Ketepatan waktu pengiriman (F2)
	<i>Flexibility</i> , kemampuan <i>supplier</i> (F3)

Kriteria dan subkriteria diatas telah divalidasi kesesuaiannya jika diterapkan pada PT Petrokimia Gresik, khususnya untuk bahan baku

kapur aktif. Selanjutnya diidentifikasi hubungan pengaruh antar subkriteria berhubungan dengan subkriteria yang berada dalam satu cluster (*inner cluster*) ataupun berbeda (*outer cluster*) yang disajikan dalam tabel 2.

**Tabel 2.** Hubungan antar subkriteria

Kriteria/ cluster	Subkriteria	Inner cluster	Inter cluster
Finansial	Harga penawaran		Green Process (production) kesesuaian MSDS (specs) Reputasi supplier Kapasitas produksi Ketepatan waktu kirim
	Kondisi finansial	Harga penawaran	Reputasi supplier Kapasitas produksi
Lingkungan	Green Process (production)	teknologi pengolahan limbah	kesesuaian MSDS (specs)
	Teknologi pengolahan limbah	Green Process (production)	Reputasi supplier Kapasitas produksi
Kualitas	kesesuaian MSDS (specs)		Harga penawaran Kapasitas produksi Green Process (production) Flexibility
	Quality Assurance for abnormal	kesesuaian MSDS (specs)	Green Process (production) Flexibility
Organisasi	Reputasi supplier		Kondisi finansial Green Process (production) teknologi pengolahan limbah kesesuaian MSDS (specs) Ketepatan waktu kirim Kondisi finansial
	Sumber daya organisasi	Reputasi supplier	Teknologi pengolahan limbah Kapasitas produksi Green Process (production)
	Kapasitas produksi		Sumber daya organisasi Kondisi finansial
Pelayanan	Ketepatan waktu kirim	Kapasitas produksi	kesesuaian MSDS (specs) Quality Assurance for abnormal
	Flexibility	Ketepatan waktu kirim	Kondisi finansial

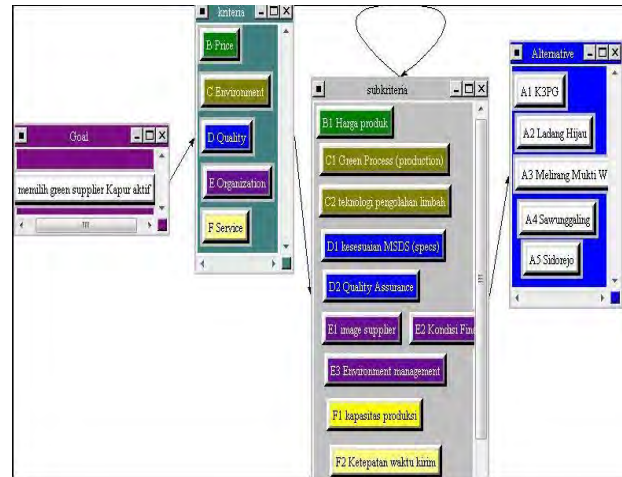
Hubungan antar kriteria akan menunjukkan besar tingkat kepentingan satu kriteria dibandingkan dengan yang lainnya.

#### 4.3 Pembobotan ANP

Tujuan digunakannya ANP adalah untuk mengetahui bobot yang dimiliki oleh tiap subkriteria dan alternatif, sehingga pada akhirnya diketahui subkriteria yang memiliki tingkat pengaruh tinggi pada performansi *supplier* serta alternatif *supplier* terbaik dengan bobot prioritas paling tinggi. Bobot prioritas ini didapat dengan membandingkan masing-masing kriteria, subkriteria, dan alternatif yang memiliki keterkaitan dengan *pairwise comparison*. Nilai yang didapat pada *Matrixs pairwise comparison* merupakan nilai yang diberikan oleh para ahli (berupa *expert judgement*) yang berhubungan dengan permasalahan pemilihan lokasi. Selanjutnya dibuat *Matrix - Matrix pairwise comparison* keterkaitan (*interdependencies*), *supermatrix*, dan *Limit Matrix*.

##### 4.3.1 Pemodelan ANP

Metode ANP dilakukan dengan bantuan *software Superdecision*, dimana pada prosesnya diawali dengan pembuatan model *cluster* yang menunjukkan hirarki antara *goal*, kriteria, subkriteria, dan alternatif. Melalui model ini pula akan terlihat hubungan antar kriteria, antar subkriteria, serta antara subkriteria dengan alternatif pada gambar 2.



**Gambar 2.** Model pengerjaan ANP dengan Software *Superdecision*

##### 4.3.2 Pairwise comparison ANP

Perbandingan terhadap kriteria, subkriteria, dan alternatif dilakukan dengan menggunakan *expert judgement*. Ahli terdiri dari pihak ahli PT Petrokimia Gresik yang berasal dari departemen Perencanaan Gudang Material dan departemen Pengadaan berjumlah tiga responden. Departemen tersebut dipilih karena memiliki kewenangan dalam menentukan *supplier* yang bekerjasama dengan PT Petrokimia Gresik. Nilai relatif yang didapat dari pihak ahli akan diolah dengan metode rata-rata geometri. Berikut skala perbandingan beserta contoh kuesioner perbandingan kriteria pada tabel 3 dan 4.

**Tabel 3.** Skala *pairwise comparison*

Skala	Definisi
1	Dua elemen memiliki tingkat kepentingan sama
3	Elemen satu sedikit lebih penting dari elemen lain
5	Elemen satu lebih penting dari elemen lain
7	Elemen satu sangat lebih penting dari elemen lain
9	Elemen satu mutlak lebih penting dari elemen lain
2, 4, 6, 8	Nilai tengah diantara dua penilaian, jika ragu

**Tabel 4.** Kuesioner Perbandingan Kriteria (with respect to: goal)

No	Comparisons wrt "memilih green supplier Kapur aktif" node in "kriteria" cluster
1	B Price 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 C Environment
2	B Price 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 D Quality
3	B Price 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 E Organization
4	B Price 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 F Service
5	C Environment 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 D Quality
6	C Environment 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 E Organization
7	C Environment 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 F Service
8	D Quality 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 E Organization
9	D Quality 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 F Service
10	E Organization 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 F Service

Kuesioner perbandingan subkriteria dirancang berdasarkan hubungan keterkaitan yang terdapat antar subkriteria. Berikut contoh kuesioner hubungan keterkaitan antar subkriteria pada tabel 5.



Compact vert "C2 technology propagation limit" node in "subnational" cluster																		
C1 Green Process (production)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E1 Environment management
C1 Green Process (production)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E1 image supplier
C1 Green Process (production)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E2 Green Competencies
C3 Environment management	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E1 image supplier
C3 Environment management	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E2 Green Competencies
E1 image supplier	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E2 Green Competencies

**Tabel 6.** Perbandingan Alternatif  
(with respect to: C2 Teknologi pengolahan limbah)

Comparisons w/rt "C2 teknologi pengolahan limbah" mode in "A Alternative" cluster																		
A1 E3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2 Ladang Hijau
A1 E3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Multi W
A1 E3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
A1 E3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Multi W
A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
A3 Melirang Multi W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
A3 Melirang Multi W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
A4 Sawunggaling	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo

Comparisons wrt "E1 reputasi supplier" node in "subkriteria" c...

File Computations Misc Help

Graphic Verbal Matrix Questionnaire

Comparisons wrt "E1 reputasi supplier" node in "subkriteria" cluster

C1 Green Process (production) is 3.51 times more important than B2 Kondisi Finansial

Inconsistency	1 Green Process (reduction)	C2 teknologi pengolahan limbah (kesesuaian MSC pers)	(kesesuaian MSC pers)	Ketepatan waktu kirim
2 Kondisi Finansial	3.51	5.97	8.1	7.25
1 Green Process (reduction)		2.97	5.64	2.4
C2 teknologi pengolahan limbah (kesesuaian MSC pers)			3.51	3.23
				2.89

#### 4.3.3 Bobot subkriteria dan alternatif

*Limit matix* menunjukkan bobot prioritas dari masing-masing alternatif yaitu Melirang MW mendapatkan bobot prioritas tertinggi, yaitu sebesar 0.3822, selanjutnya K3PG dengan bobot sebesar

#### 4.4 Perhitungan *taguchi loss function*

**Tabel 7.** Data performansi *criteria loss*

Kriteria		Harga penawaran	Kesesuaian MSDS	Waktu kirim	Kapasitas produksi
<b>Target</b>		<b>690000</b>	<b>70-80%</b>	<b>3-7 hari</b>	<b>-</b>
Calon <i>supplier</i>	K3PG	760000	76.17	4	40
	Ladang Hijau	700000	73.4	6	20
	Melirang MW	780000	77.7	5	40
	Sawunggaling	730000	76.56	5	10
	Sidorejo	700000	71.8	6	15

Selanjutnya dilakukan Perhitungan *taguchi loss* dari data subkriteria diatas menggunakan formulasi berikut ini :

$$L(y) = k \cdot (y)^2, \quad k = A/\Delta^2, \text{ smaller is better} \dots\dots\dots (2)$$

$$L(y) = k/y^2, \quad k = A\Delta^2 \quad , \text{larger is better} \dots\dots\dots (3)$$

Koefisien kerugian ( $k$ ) adalah koefisien rata-rata kerugian atau nilai penalti diakibatkan oleh ketidaksesuaian pencapaian kriteria tertentu dan  $Y$  merupakan performansi tiap *supplier*. Biaya ini dikenakan setiap terjadi perbedaan nilai target dengan nilai performansinya. Berikut biaya penalti tiap subkriteria pada tabel 8.

**Tabel 8.** Koefisien kerugian (penalti) subkriteria

Subkriteria	Koefisien kerugian (penalti)
Harga penawaran	Rp. 100.000,-
kapasitas produksi	tidak teridentifikasi loss secara finansial
Kesesuaian MSDS	Biaya kualitas diasumsikan 10% harga material Rp 69.000,-
Ketepatan waktu kirim	biaya transportasi Rp. 300.000,-
SFR	Tidak teridentifikasi loss secara finansial

Subkriteria harga penawaran dan ketepatan waktu kirim menggunakan konsep *smaller is better*, sedangkan kesesuaian MSDS menganut konsep *loss larger is better* dimana semakin besar pencapaian nilai MSDS semakin baik performansi *supplier*. Berikut nilai *loss* ketiga subkriteria pada tabel 9.

**Tabel 9.** Nilai *taguchi loss*

calon supplier	Harga penawaran	Kesesuaian MSDS	ketepatan waktu kirim
K3PG	Rp 5,217.00	Rp 54,799.80	Rp 18,750.00
Ladang Hijau	Rp 1,450.00	Rp 61,180.00	Rp 168,750.00
Melirang Mukti W	Rp 5,217.00	Rp 51,290.00	Rp 18,750.00
Sawunggaling	Rp 5,217.00	Rp 53,912.00	Rp 75,000.00
Sidorejo	Rp 1,450.00	Rp 64,860.00	Rp 168,750.00

Sementara itu untuk subkriteria yang tidak dapat ditentukan nilai kerugian secara finansial karena karakteristik subkriteria yang terlalu kualitatif sehingga kesulitan menentukan nilai kerugian dalam bentuk uang. Monczka dan Trecha (1988) dan Liao dan Kao (2010) merekomendasikan penggunaan *service factor rating* atau SFR dalam mengukur kriteria *loss* pada subkriteria yang tidak dapat diidentifikasi. SFR digunakan untuk subkriteria *Green process*, teknologi pengolahan limbah, kondisi finansial, sumber daya organisasi, *Quality Assurance* dan *Flexibility*. Data performansi SFR masing *supplier* pada tabel 10.

**Tabel 10.** Data performansi SFR

Kriteria	green process	pengolah. limbah	finansial	SD organ.	Quality assr.	Flexib.	Reputasi
Target	70-100%	70-80%	70-100%	80-100%	75-100%	80-100%	75-100%
Calon supplier							
K3PG	80	80	95	90	90	85	90
Ladang Hijau	65	70	70	76	70	70	80
Melirang MW	85	82	90	90	86	88	95
Sawunggaling	75	78	85	80	80	80	86
Sidorejo	60	70	70	75	80	75	75

#### 4.5 Komputasi MCGP

MCGP digunakan untuk mengintegrasikan *aspiration level* dari *target value* yang diperoleh pada *taguchi loss function* dengan mempertimbangkan bobot kriteria *supplier* dari model ANP. MCGP menggunakan dua pendekatan nilai deviasi yang didasarkan pada konsep *Taguchi*

*loss function* antara lain *more the better* untuk kapasitas produksi dan SFR sedangkan kriteria untuk kesesuaian MSDS, harga penawaran, *leadtime* pengiriman dan dengan fungsi *less the better*.

##### 4.5.1 Formulasi MCGP

Dalam formulasi pemrograman selalu ada dua elemen penyusun antara lain fungsi tujuan dan fungsi pembatas. Formulasi umum MCGP untuk pemilihan *supplier* sebagai berikut :

$$\text{Min} \sum_{j=1}^{11} d_j^+ + d_j^-$$

$$\text{st. } F_j(X_i) - d_j^+ + d_j^- = y_j \quad \dots(4)$$

$$d_j^+, d_j^- \geq 0$$

$$X_i = \text{biner (1 dipilih atau 0 jika ditolak)}$$

$$i=1,2,..5 \text{ (jumlah supplier)}$$

$$j=1,2,..11 \text{ (jumlah subkriteria)}$$

Dimana  $d_j^+$  dan  $d_j^-$  sebagai deviasi positif dan negatif dari pencapaian target subkriteria j.  $F_j$  merupakan nilai performansi subkriteria j berupa *taguchi loss* maupun SFR. Sedangkan  $X_i$  merupakan variabel keputusan *supplier* ke i terpilih atau tidak,  $X_i = 1$  jika *supplier* ke i terpilih dan  $X_i = 0$ , jika *supplier* ke i tidak terpilih dengan i sama dengan 1 sampai 5 dengan urutan *supplier* sebagai berikut : K3PG, Ladang Hijau, Melirang MW, Sawunggaling dan Sidorejo.  $Y_j$  merupakan target yang ditetapkan perusahaan terhadap subkriteria j.

Fungsi tujuan MCGP dalam permasalahan alternatif *supplier* terbaik yaitu meminimalkan deviasi antara nilai target perusahaan pada pencapaian masing-masing kriteria dengan nilai performansi *supplier*. Jika subkriteria akan lebih baik jika mempunyai nilai lebih besar dari nilai target (*more the better*) maka fungsi tujuannya meminimasi deviasi negatif ( $d^-$ ) dan sebaliknya jika kriteria akan lebih baik ketika mempunyai nilai lebih kecil dari nilai target (*less the better*) maka fungsi tujuannya meminimasi deviasi positif ( $d^+$ )

Fungsi pembatas merupakan performansi tiap *supplier* terhadap pencapaian target masing-masing subkriteria yang dinyatakan dalam bentuk nilai kerugian (*Taguchi loss function*) dan nilai nilai SFR. Nilai performansi  $F_j$  untuk subkriteria harga penawaran, kesesuaian MSDS dan ketepatan waktu pengiriman menggunakan nilai *taguchi loss* sedangkan untuk subkriteria yang lain menggunakan SFR. Sedangkan nilai target  $Y_j$  disesuaikan dengan sifat karakteristik subkriterianya. Untuk subkriteria yang memiliki performansi lebih baik jika memiliki nilai minimal

atau less the better maka ditetapkan  $Y_j$  dari nilai  $F_j$  terkecil, dan sebaliknya jika performansi subkriteria akan menjadi lebih baik jika memiliki nilai maksimal maka ditetapkan nilai  $Y_j$  dari  $F_j$  terbesar. Berikut formulasi MCGP yang digunakan untuk kondisi pemilihan satu *supplier* :

```
!fungsi tujuan minimasi deviasi pencapaian supplier pada kriteria
MIN 0.063D1P+0.221D2P+0.251D3N+0.028D4P+0.235D5N
+0.077D6N+0.068D7N+0.023D8N+0.007D9N+0.001D10N
+0.021D11N

!konstrain / pencapaian supplier
SUBJECT TO

!minimasi harga penawaran
5217X1+1450X2+5217X3+5217X4+1450X5-D1P+D1M=1450
!minimasi kesesuaian MSDS
54799X1+61180X2+51290X3+53912X4+64860X5-D2P+D2N=51290
!maksimasi kapasitas
40X1+20X2+40X3+10X4+15X5-D3P+D3N=40
!minimasi leadtime pengiriman
18750X1+168750X2+75000X3+75000X4+168750X5-D4P+D4N=18750
!maksimasi SFR green process
80X1+65X2+85X3+75X4+60X5-D5P+D5N=100
!maksimasi SFR teknologi pengolahan limbah
80X1+70X2+82X3+78X4+70X5-D6P+D6N=100
!maksimasi SFR kondisi finansial
95X1+70X2+90X3+85X4+70X5-D7P+D7N=100
!maksimasi SFR sumber daya organisasi
90X1+76X2+90X3+80X4+75X5-D8P+D8N=100
!maksimasi SFR quality assurance
90X1+70X2+86X3+80X4+80X5-D9P+D9N=100
!maksimasi SFR flexibility
85X1+70X2+90X3+80X4+75X5-D10P+D10N=100
!maksimasi SFR reputasi supplier
90X1+80X2+95X3+86X4+75X5-D11P+D11N=100

!memilih supplier optimal jika diinginkan satu supplier terbaik
X1+X2+X3+X4+X5=1

X1,2,3,4,5>=0
D1P...D11P>=0
D1M,...D11N>=0
END
INT X1,X2.. X5
```

Fungsi pemilihan *supplier* terbaik tersebut dapat dimodifikasi jumlah solusinya misal sama dengan dua ataupun tiga *supplier* namun perlu dilakukan penyesuaian khususnya pada nilai target untuk SFR yaitu  $Y_j$  awal dikalikan dengan jumlah *supplier*. Hal ini untuk menghindari nilai total SFR dari *supplier* terpilih akan melebihi nilai target yang mengakibatkan tidak akan terdeteksi deviasi negatif yang terjadi. Berikut fungsi pembatas subkriteria SFR untuk solusi dua *supplier* :

```
!maksimasi SFR green process
80X1+65X2+85X3+75X4+60X5-D5P+D5N=200
!maksimasi SFR teknologi pengolahan limbah
80X1+70X2+82X3+78X4+70X5-D6P+D6N=200
!maksimasi SFR kondisi finansial
95X1+70X2+90X3+85X4+70X5-D7P+D7N=200
!maksimasi SFR sumber daya organisasi
90X1+76X2+90X3+80X4+75X5-D8P+D8N=200
!maksimasi SFR quality assurance
90X1+70X2+86X3+80X4+80X5-D9P+D9N=200
!maksimasi SFR flexibility
85X1+70X2+90X3+80X4+75X5-D10P+D10N=200
!maksimasi SFR reputasi supplier
90X1+80X2+95X3+86X4+75X5-D11P+D11N=200

!memilih supplier optimal jika diinginkan satu supplier terbaik
X1+X2+X3+X4+X5=2
```

#### 4.5.2 Output alternatif *supplier* terbaik

Dilakukan komputasi MCGP menggunakan software Lindo dengan tiga kondisi jumlah *supplier* antara lain *supplier* tunggal, dua *supplier* dan tiga *supplier*. Tujuan penggunaan tiga kondisi ini hanya untuk mengetahui ranking *supplier* yang paling kompetitif dengan kerugian yang paling rendah serta peromansi yang terbaik. Diperoleh output solusi optimal dari masing-masing kondisi dapat dilihat pada tabel 11.

**Tabel 11.** Prioritas alternatif *supplier* terbaik menggunakan MCGP terintegrasi

Kondisi	Solusi optimal	Objective value : Minimasi kerugian
<b>Supplier tunggal</b>	Melirang MW	243.3550
<b>Dua supplier</b>	Melirang MW- K3PG	13210.29
<b>Tiga supplier</b>	Melirang MW - K3PG - Sawunggaling	27563.02

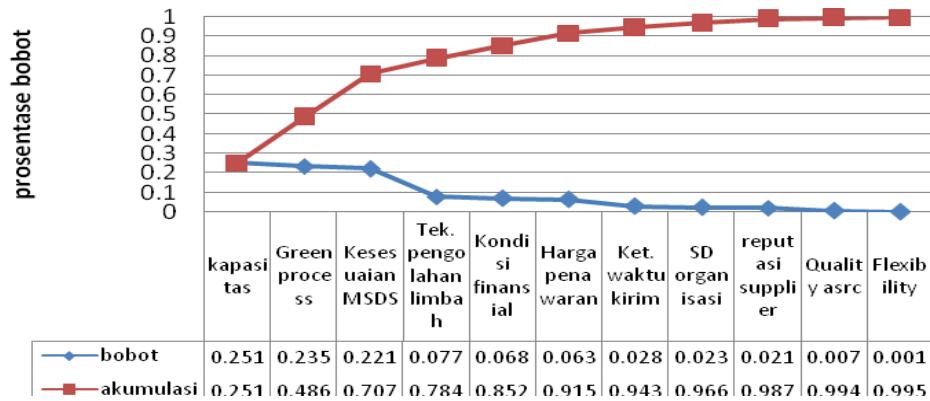
Pada ketiga kondisi *supplier* diperoleh urutan yang seragam dengan X3 yaitu Melirang MW sebagai prioritas pertama *supplier* terbaik diikuti oleh X1 yaitu K3PG menempati prioritas kedua serta X4 yaitu Sawunggaling sebagai *supplier* urutan ketiga.

## 5. Analisis dan Interpretasi

### 5.1 Analisis Kriteria-subkriteria *green procurement*

Melalui ANP diketahui ranking prioritas tertinggi pada subkriteria kapasitas produksi dari kriteria pelayanan dengan bobot sebesar 0.251, kemudian *green process* kriteria lingkungan dengan nilai bobot 0.235, kesesuaian MSDS dan spesifikasi kriteria kualitas dengan bobot 0.221, kondisi finansial kriteria finansial 0.068 serta





**Gambar 4.** Pareto chart bobot prioritas subkriteria green procurement

harga penawaran kriteria finansial dengan bobot 0.063. bobot subkriteria selengkapnya disajikan dalam *pareto* seperti pada gambar 4.

Prioritas pertama mempertimbangkan subkriteria kapasitas produksi mengindikasikan bahwa PT Petrokimia Gresik membutuhkan material kapur aktif CAO 70% dalam skala besar untuk keperluan pengolahan limbah industri sehingga faktor kapasitas produksi menjadi acuan utama dalam memilih *supplier* sebagai usaha preventif untuk menjamin ketersediaan bahan baku.

*Green process* menjadi subkriteria terpenting kedua dalam pemilihan *supplier* sebagai perwakilan dari konsep *green procurement*. *Green process* menjadikan proses bisnis *supplier* baik proses penambangan kapur aktif maupun proses operasi lainnya dikerjakan dengan metode, fasilitas dan proses meminimalkan dampak lingkungan.

Kesesuaian MSDS dan spesifikasi dari cluster kriteria kualitas menjadi prioritas ketiga disimpulkan bahwa PT Petrokimia Gresik tetap mementingkan faktor kualitas dalam setiap pengambilan keputusannya.

## 5.2 Analisis perbandingan alternatif *supplier* menggunakan ANP dengan metode integrasi

Solusi alternatif komputasi MCGP yang mengintegrasikan pembobotan subkriteria ANP dengan *taguchi loss function* mempunyai solusi *supplier* terbaik yang sama dengan hasil alternatif model ANP saja. Hal ini dikarenakan kedua metode menggunakan parameter penilaian dan pembobotan yang sama. Disimpulkan bahwa menentukan solusi alternatif *supplier* terbaik cukup dilakukan dengan menggunakan model ANP, namun terdapat kelemahan bahwa model tersebut tidak dapat

menangkap nilai kerugian secara finansial akibat perbedaan atau deviasi yang terjadi antara nilai

target dengan nilai performansi subkriteria sehingga konsep *taguchi loss function* menjadi perlu untuk diintegrasikan.

Disisi lain model integrasi tersebut memiliki satu kelemahan. Pada formulasi MCGP digunakan fungsi pembatas performansi subkriteria yang berasal dari nilai kerugian *taguchi loss function* untuk subkriteria harga penawaran, kesesuaian MSDS dan ketepatan waktu pengiriman sedangkan subkriteria lainnya menggunakan SFR. Permasalahan yang timbul adalah ketika membandingkan performansi antar subkriteria-subkriteria yang diukur menggunakan *taguchi loss function* dengan SFR. Nilai *taguchi loss function* dan SFR tidak bisa dibandingkan secara langsung dalam suatu komputasi dikarenakan satuan yang berbeda antara keduanya yaitu *taguchi loss function* yang menggunakan satuan mata uang rupiah sementara itu SFR menggunakan satuan prosentase. Nilai *taguchi loss function* biasanya lebih tinggi dan mempunyai range yang tinggi pula, sedangkan nilai SFR yang merupakan prosentase mempunyai range yang kecil. Untuk menyelesaikan permasalahan ini direkomendasikan proses normalisasi pada data nilai *taguchi loss function* dan SFR sehingga diperoleh perbandingan yang berimbang.

## 6. Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data analisa diatas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Kriteria-subkriteria *valid* berbasis *green procurement* yang digunakan untuk pemilihan *supplier* material Kapur aktif CAO 70% antara lain kriteria finansial dengan subkriteria harga penawaran dan kondisi finansial, kriteria lingkungan dengan subkriteria *green process* dan teknologi pengolahan limbah, kriteria kualitas dengan subkriteria kesesuaian MSDS dan spesifikasi dan *quality assurance* untuk kualitas

rendah, kriteria organisasi dengan subkriteria reputasi *supplier* dan sumber daya organisasi serta kriteria pelayanan dengan subkriteria kapasitas produksi, ketepatan waktu kirim serta *flexibility*.

- b. Dengan menggunakan *pairwise comparison* ANP diperoleh ranking pembobotan untuk masing-masing subkriteria antara lain kapasitas produksi (0.251), *green process* (0.235), kesesuaian MSDS (0.221), teknologi pengolahan limbah (0.077), kondisi finansial (0.068), harga penawaran (0.063), ketepatan waktu pengiriman (0.028), sumber daya organisasi (0.023), reputasi *supplier* (0.021), *quality assurance* (0.007) dan *flexibility* (0.001).
- c. Subkriteria harga penawaran, kesesuaian MSDS dan ketepatan waktu pengiriman dapat diidentifikasi nilai *criteria loss*nya. Sementara itu untuk subkriteria yang tidak dapat ditentukan nilai kerugian secara finansial karena karakteristik subkriteria yang terlalu kualitatif digunakan *service factor rating* (SFR).
- d. Menggunakan model ANP diperoleh prioritas *supplier* terbaik antara lain Melirang MW sebesar 0.3822, K3PG dengan bobot sebesar 0.3083, Sawunggaling sebesar 0.1614, Sidorejo dengan bobot 0.0825 dan ladang hijau sebesar 0.065. Menggunakan komputasi MCGP terintegrasi Bobot subkriteria ANP dan *taguchi loss function* diperoleh prioritas *supplier* terbaik yang sama yaitu Melirang MW, K3PG dan Sawunggaling dengan *objective value* tiga kondisi antara lain 243.35, 13210.29 dan 27563.02

## 7. Daftar Pustaka

- Chen, Yuh-Jen. (2010). *Structured methodology for supplier selection and evaluation in a supply chain*. *Information Sciences*
- Celebi, Dilay. Bayraktar, Demet. dan Bingol, Levent. (2010). *Analytical Network Process for logistics management: A case study in a small electronic appliances manufacturer*. *Computers & Industrial Engineering* 58, 432–441.
- Ho, William. Xu, Xiaowei. dan Dey, Prasanta K. (2010). *Multi-kriteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review*. *European Journal of Operational Research* 202, 16–24
- Hsu, Chia-Wei. dan Hu, Allen H. (2009). *Applying hazardous substance management to supplier selection using analytic network process*. *Journal of Cleaner Production* 17, 255–264
- Humphrey, P.k. (2003). *Integrating Environmental Criteria Into Supplier selection Process*. *Journal Of Materials Processing Technology* 138, 349-356.
- Lee, Amy H.I Kang, He-Yau. Hsu, Chang-Fu. dan Hun, Hsiao-Chu. (2009). *A green supplier selection model for high-tech industry*. *Expert Systems with Applications* 36 7917–7927.
- Liao, Chin-Nung. dan Kao, Hsing-Pei. (2010). *Supplier selection model using Taguchi loss function, analytical Hierarchy process, and multi Choice Goal programming*. *Computers & Industrial Engineering* 58, 571-577.
- Negoro, Yanuar Pandu. (2008). *Pemilihan supplier dan alokasi pemesanan dengan menggunakan metode fuzzy ANP dan goal programming* (PT Petrokimia Gresik). Tugas Akhir Teknik Industri ITS.
- Saaty, Thomas. Saaty, Rozann W. (2003). *DECISION MAKING IN COMPLEX ENVIRONMENTS The Analytic Hierarchy Process (AHP) for Decision Making and The Analytic Network Process (ANP) for Decision Making with Dependence and Feedback*. *Creative Decisions Foundation* : Ellsworth Avenue.
- Taguchi, Genichi. (2004). *Taguchi's Quality Engineering Handbook*. Wiley-Interscience
- Yeh, Wei-Chang. dan Chuang, Mei-Chi. (2010). *Using multi-objective genetic algorithm for partner selection in green supply chain problems*. *Expert Systems with Applications* 38, 4244–4253

**ANALISA PEMILIHAN SUPPLIER BERBASIS  
KRITERIA *GREEN PROCUREMENT*  
MENGUNAKAN METODE *ANALYTICAL  
NETWORK PROCESS* , *TAGUCHI LOSS FUNCTION*  
DAN *MULTI-CHOICE GOAL PROGRAMMING*  
(DI PT PETROKIMIA GRESIK)**

OLEH :  
ALI MURTADLO  
NRP. 2507 100 701

DOSEN PEMBIMBING:  
PROF. DR. IR. SUPARNO MSIE  
NIP. 194807101976031002





# LATAR BELAKANG

Bisnis proses Industri manufaktur khususnya elektronik dan kimia berusaha menerapkan konsep *Green*



Isu global perlindungan lingkungan (dari lingkungan kerja, konsumen hingga ekosistem)



Regulasi pemerintah



Tuntutan konsumen pada produk yang sustain

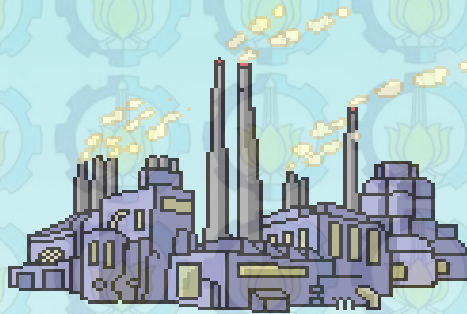


Industri semakin Kompetitif



# LATAR BELAKANG : SUPPLIER SELECTION

Sustainable Manufacture



Green Product Development



Green Supply Chain Management & Procurement



Existing Supplier Selection



*Traditional Criteria*  
tidak sesuai untuk  
industri dengan resiko  
lingkungan tinggi



# PERUMUSAN MASALAH



- ❑ Aspek perlindungan lingkungan seharusnya mendapatkan prioritas lebih dalam pengambilan keputusan pada perusahaan yang memiliki tingkat resiko tinggi terhadap keselamatan lingkungan.
- ❑ Namun kenyataan yang terjadi kriteria tersebut belum diterapkan dalam pengambilan kebijakan.
- ❑ Penelitian ini memberikan perhatian lebih pada kriteria *green procurement* yang ramah lingkungan dan mempertimbangkan kesesuaian *criteria value* tiap *supplier* terhadap *target value* perusahaan.



# TUJUAN

- ✗ Menentukan kriteria -kriteria supplier berbasis *green procurement*
- ✗ Mengevaluasi *criteria value supplier* berdasarkan *target value* perusahaan dengan *taguchi loss function*
- ✗ Mengidentifikasi bobot kepentingan (*weight*) tiap kriteria dengan ANP
- ✗ Memilih alternatif supplier yang *sustainable* dan memenuhi *green procurement* dengan integrasi ANP-Taguchi loss-MCGP

# MANFAAT

- + mengaplikasikan metode pemilihan dan evaluasi supplier berbasis konsep *green procurement*.
- + menjamin keselamatan dan perlindungan lingkungan hidup dalam bisnis prosesnya
- + mewujudkan *green image* kepada pihak luar baik kompetitor maupun konsumen.

# TUJUAN DAN MANFAAT



# INDUSTRI RAWAN PENCEMARAN LINGKUNGAN



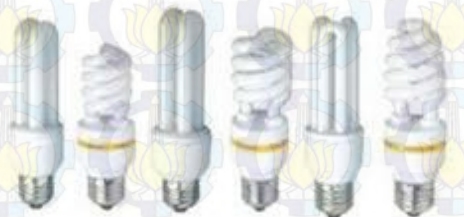
Mengeluarkan gas ke  
atmosfir, mengganggu  
ozon



Kemasan plastik,  
Bahan kimia detergen  
mencemari lingkungan air



Mengkonsumsi energi  
tinggi



Mengkonsumsi energi  
tinggi

Material Kimia produk pupuk  
PT Petrokimia Gresik



# GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT & PROCUREMENT



- ✧ *Supply chain management* mengkoordinasikan jaringan aktifitas yang kompleks dimulai dengan arus bahan baku dan material hingga pengiriman produk akhir kepada end user (Yuh-Jen Chen, 2010)
- ✧ Penambahan “green” pada *supply chain management* menurut Ninlawan C dkk (2010) akan membangun perspektif baru tentang konsep baru *green procurement*, *green manufacturing*, *green distribution* dan *reverse logistics*.



# SUPPLIER SELECTION

- ✖ supplier menjadi bagian vital sebuah industri. Memilih supplier yang *sustain* terhadap lingkungan akan mempengaruhi *green image* industri tersebut.
- ✖ *supplier selection* menentukan alternatif supplier dari kriteria-kriteria acuan. Dua pendekatan kriteria pemilihan supplier yaitu kriteria tradisional dan *green procurement*.



# KRITERIA TRADISIONAL

Yuh Jen Chen (2010)

Criteria	Sub-criteria	Ranking	Indicators for Supplier Performance
Quality	Quality-related certificates	8	Return Rate
	Capability of quality management	4	
	Capability of handling abnormal quality	1	
Finance	Past finance performance	23	Discount Rate
	Stability of finance	13	
	Price	5	
Organization	Attitudes of managers	15	Lead Time
	Future strategy direction	17	
	Degree of strategic cooperation	13	
Technology capability	Capacity	12	On-Time Delivery Rate
	Technology level	7	
	Capability of R&D	9	
Service	Capability of design	15	Delivery Flexibility
	Capability of preventing pollution	20	
	Credible delivery	2	
Total product life cycle cost	Capability of delivery on time	3	Service Standard
	Capability of technology support	6	
	Flexibility	11	
Green image	Cost of supplied components	9	Responsiveness
	Green purchase trend of customers	18	
	Use of harmful materials	18	
Pollution control	Environment-related certificates	20	Improvement Capability
	Internal control process	22	
Environment management			R&D Rate
			Process Capability
			Technique Cooperation
			Market Cooperation
			Cooperative Time
			Inventory Turnover Ratio
			Operating Expense Rate

(Lee Amy H.I dkk, 2009)



# KRITERIA GREEN PROCUREMENT

Quantitative Environmental Criteria		Qualitative Environmental Criteria	
Criteria	Sub-criteria	Ranking	
Quality	Quality-related certificates	12	Clean technology availability
	Capability of quality management	12	
	Capability of handling abnormal quality	16	
Technology capability	Technology level	19	Use of env. friendly materials
	Capability of R&D	10	
	Capability of design	12	
	Capability of preventing pollution	2	
Total product life cycle cost	Cost of component disposal	16	Pollution reduction capability
Green image	Ratio of green customers to total customers	16	
	Social responsibility	23	
	Air emissions	7	
Pollution control	Waste water	7	Returns handling capability
	Solid wastes	7	
	Energy consumption	15	
	Use of harmful materials	3	
Environment management	Environment-related certificates	1	Environmental competencies
	Continuous monitoring and regulatory compliance	4	
	Green process planning	4	
	Internal control process	19	
Green product	Recycle	10	Supplier A
	Green packaging	19	
Green competencies	Materials used in the supplied components that reduce the impact on natural res	19	Supplier B
	Ability to alter process and product for reducing the impact on natural resources	4	
			Supplier N

(Lee Amy H.I dkk, 2009)

(Humphrey, 2004)



# TAGUCHI LOSS FUNCTION

✧ *Taguchi Loss Function* didefinisikan sebagai nilai estimasi kerugian yang terjadi karena disebabkan oleh penyimpangan karakteristik kinerja, yang berkaitan dengan nilai target (Kai Yang, Basem El Haik, 2003). Konsep *loss* ini juga bisa diterapkan pada *target value* kriteria performansi Supplier atau nilai kriteria (*criteria value*).

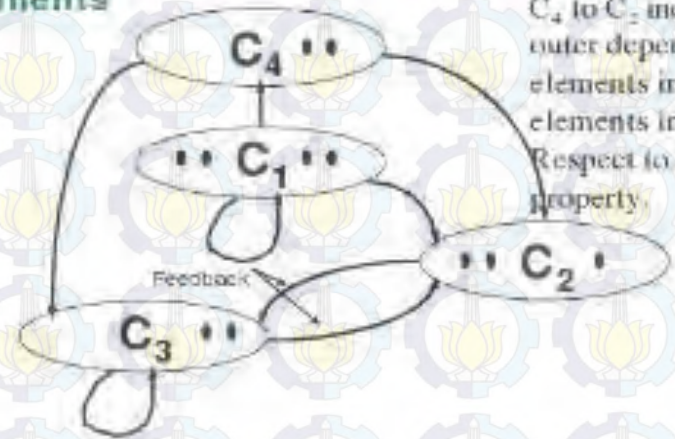
✧ Liao Chin-Nung dan Kao Hsing-Pei (2010) melakukan pendekatan *Taguchi Loss Function* untuk melihat kemungkinan *loss* terjadi pada *target value* bahan baku. Mereka menerapkan *Taguchi Loss Function* sebagai salah satu parameter pemilihan supplier.



# ANALYTICAL NETWORK PROCESS ( ANP)

- ✘ *Analytical Network Process (ANP)* adalah teori mengembangkan *Analytical Hierarchy Process (AHP)* dalam kasus interaksi ketergantungan dan umpan balik dan menggeneralisasikannya pada *supermatrix* (Saaty, 2003).

- ✳ Metode ANP digunakan untuk menentukan kepentingan (*weight*) kriterianya dan mempertimbangkan interaksi antar kriteria dan sub kriteria



Are from component  $C_4$  to  $C_2$  indicates the outer dependence of elements in  $C_2$  on the elements in  $C_1$  with respect to a common property.

Loop in a component indicates inner dependence of the elements in that component with respect to a common property.



# MULTI-CHOICE GOAL PROGRAMMING (MCGP)

✖ *Multi-choice Goal Programming (MCGP)* digunakan untuk meminimasi deviasi, gap atau perbedaan antara pencapaian tujuan atau *Goal* dan level aspirasi yang diinginkan perusahaan

✖ Liao Chin Nung dan Kao Hsing Pei (2010) menggunakan *MCGP* untuk mengintegrasikan pendekatan *Taguchi Loss Function* dengan *AHP* untuk memperoleh alternatif supplier terbaik, dimana fungsi minimasi *loss* menjadi fungsi tujuan dan konstrainnya merupakan bobot masing kriteria supplier



Min  $z =$ 

$$0.446(d_1^- + e_1^-) + \\ 0.285(d_2^- + e_2^-) + \\ 0.110(d_3^- + e_3^-) + \\ 0.159(d_4^- + e_4^-) + \\ 0.129(d_5^- + e_5^-) + \\ d_6^+ + e_6^+ + d_7^+ + e_7^+$$

s.t

$$62.70x_1 + 79.38x_2 + 24.50x_3 + 55.13x_4 + 48.02x_5 - d_1^+ + d_1^- = y_1$$

$$y_1 - e_1^+ + e_1^- = 225400$$

$$225400 \leq y_1 \leq 237650$$

$$24x_1 + 6x_3 + 15.36x_4 + 54x_5 - d_2^+ + d_2^- = y_2$$

$$y_2 - e_2^+ + e_2^- = 2352$$

$$2352 \leq y_2 \leq 2388$$

$$3.95x_1 + 4.96x_2 + 7.67x_3 + 3.26x_4 + 5.8x_5 - d_3^+ + d_3^- = y_3$$

$$y_3 - e_3^+ + e_3^- = 1.428$$

$$1.428 \leq y_3 \leq 1.433$$

$$27.7x_1 + 37.18x_2 + 44.44x_3 + 51.02x_4 + 59.17x_5 - d_4^+ + d_4^- = y_4$$

$$y_4 - e_4^+ + e_4^- = 24.50$$

$$24.50 \leq y_4 \leq 24.88$$

$$22.22x_1 + 23.24x_2 + 24.91x_3 + 28.13x_4 + 26.77x_5 - d_5^+ + d_5^- = y_5$$

$$y_5 - e_5^+ + e_5^- = 17.18$$

$$17.18 \leq y_5 \leq 17.91$$

$$5x_1 + 9x_2 + 8x_3 + 10x_4 + 12x_5 - d_6^+ + d_6^- = y_6$$

$$y_6 - e_6^+ + e_6^- = 12$$

$$5 \leq y_6 \leq 12$$

$$7x_1 + 10x_2 + 14x_3 + 11x_4 + 6x_5 - d_7^+ + d_7^- = y_7$$

$$y_7 - e_7^+ + e_7^- = 14$$

$$6 \leq y_7 \leq 14$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 = 1$$

$$x_i \geq 0, i = 1, 2, 3, 4, 5$$

$$d_i^+, d_i^-, e_i^+, e_i^- \geq 0,$$

$$i = 1, 2, \dots, 7$$

Memilih satu supplier

Satisfy product quality goal  
Satisfy price goal  
Satisfy delivery time goal  
Satisfy service satisfaction goal  
Satisfy warranty degree goal  
Satisfy experience and financial goal

For quality goal, the less the better

For  $|y_1 - g_{1,\min}|$ For bound of  $y_1$ 

For price goal, the less the better

For  $|y_2 - g_{2,\min}|$ For bound of  $y_2$ 

For delivery goal, the less the better

For  $|y_3 - g_{3,\min}|$ For bound of  $y_3$ 

For service goal, the less the better

For  $|y_4 - g_{4,\min}|$ For bound of  $y_4$ 

For warranty goal, the less the better

For  $|y_5 - g_{5,\min}|$ For bound of  $y_5$ 

For experience goal, the more the better

For  $|y_6 - g_{6,\max}|$ For bound of  $y_6$ 

For financial goal, the more the better

For  $|y_7 - g_{7,\max}|$ For bound of  $y_7$ 

Select a supplier

Criteria loss Taguchi  
as objective functionWeight from ANP  
as constrains

FORMULASI INTEGRASI

Kao hsing Pei (2010)



# CRITICAL REVIEW

- ✘ Penelitian tentang pemilihan supplier telah banyak dilakukan dengan berbagai pendekatan model seperti metode *Fuzzy AHP* (Amida, S.H. Ghodspoura, 2005), *ANP* (Chia-Wei Hsu dan Allen H. Hu, 2008), Liao Chin Nun dan Kao hsing Pei (2010) yang mengintegrasikan antara *Taguchi Loss Function*, *AHP* dan *MCGP*
- ✘ *Trend* penelitian pemilihan supplier berkembang kearah pendekatan kriteria berbasis *green procurement*. Namun belum ditemukan penelitian dan Tugas Akhir pemilihan supplier khususnya di Jurusan Teknik Industri yang mengacu pada konsep *green procurement*.
- ✘ Peneliti mengembangkan metode pemilihan supplier Liao Chin Nun dan Kao hsing Pei (2010) yang mengintegrasikan antara *Taguchi Loss Function*, *AHP* dan *Multi Choice Goal Programming* dengan mengganti *AHP* dengan *ANP* yang lebih *reliable* dalam menangkap interaksi saling keterkaitan antar criteria dan sub-kriteria.



# METODOLOGI PENELITIAN

## Identifikasi dan perumusan masalah

Identifikasi Jurnal dan Tugas akhir pemilihan supplier kemudian ditemukan permasalahan untuk kasus kriteria green procurement

## Penetapan tujuan penelitian

- Menentukan kriteria-subkriteria green procurement.
- Pembobotan tiap subkriteria.
- identifikasi *criteria loss* yang berpotensi terjadi pada performansi supplier
- Memilih alternatif *supplier* yang *sustainable* pada konsep *green procurement*.

Tahap Persiapan

## Studi literatur dan studi lapangan

- ANP
- Taguchi loss function
- MCGP

- Sistem pengadaan PT petrokimia Gresik
- Material dan bahan baku Kimia dan pertambangan
- Resiko lingkungan

A





A

NEXT

### Pengumpulan Data

Material objek penelitian dan alternatif supplier

kriteria-subkriteria Performansi supplier berbasis green procurement dengan diskusi dan wawancara ahli

Data pembobotan subkriteria dan alternatif dengan kuisioner expert judgement

Data potensi nilai kerugian (criteria loss)

Pengumpulan dan Pengolahan data

### Pengolahan Data

Perhitungan ANP dengan super decision diperoleh

- Bobot prioritas subkriteria
- Bobot prioritas alternatif supplier (supplier terbaik)

Komputasi MCGP menggunakan Lindo yang menintegrasikan pembobotan subkriteria dengan nilai taguchi loss function dan SFR

Menghitung *taguchi loss function* dan *service factor rating (SFR)*

$$L(y) = k \cdot y^2, \quad k = A_j \cdot I^2$$

$$L(y) = k \cdot y^2, \quad k = A \cdot I^2$$

Prioritas supplier terbaik menggunakan ANP

Prioritas supplier terbaik menggunakan integrasi ANP-Taguchi loss function-MCGP

### Analisa Dan Interpretasi

Interpretasi dan kesimpulan

Penarikan Kesimpulan dan saran

### Pengumpulan Data

Material objek penelitian dan alternatif supplier

kriteria-subkriteria Performansi supplier berbasis green procurement dengan diskusi dan

### Pengolahan Data

Perhitungan ANP dengan super decision diperoleh

- Bobot prioritas subkriteria
- Bobot prioritas alternatif supplier (supplier terbaik)

Komputasi MCGP menggunakan Lindo yang menintegrasikan pembobotan subkriteria dengan nilai taguchi loss function dan SFR

Menghitung *taguchi loss function* dan *service factor rating (SFR)*

$$L(y) = k \cdot y^2, \quad k = A_j \cdot I^2$$

$$L(y) = k \cdot y^2, \quad k = A \cdot I^2$$

Prioritas supplier terbaik menggunakan ANP

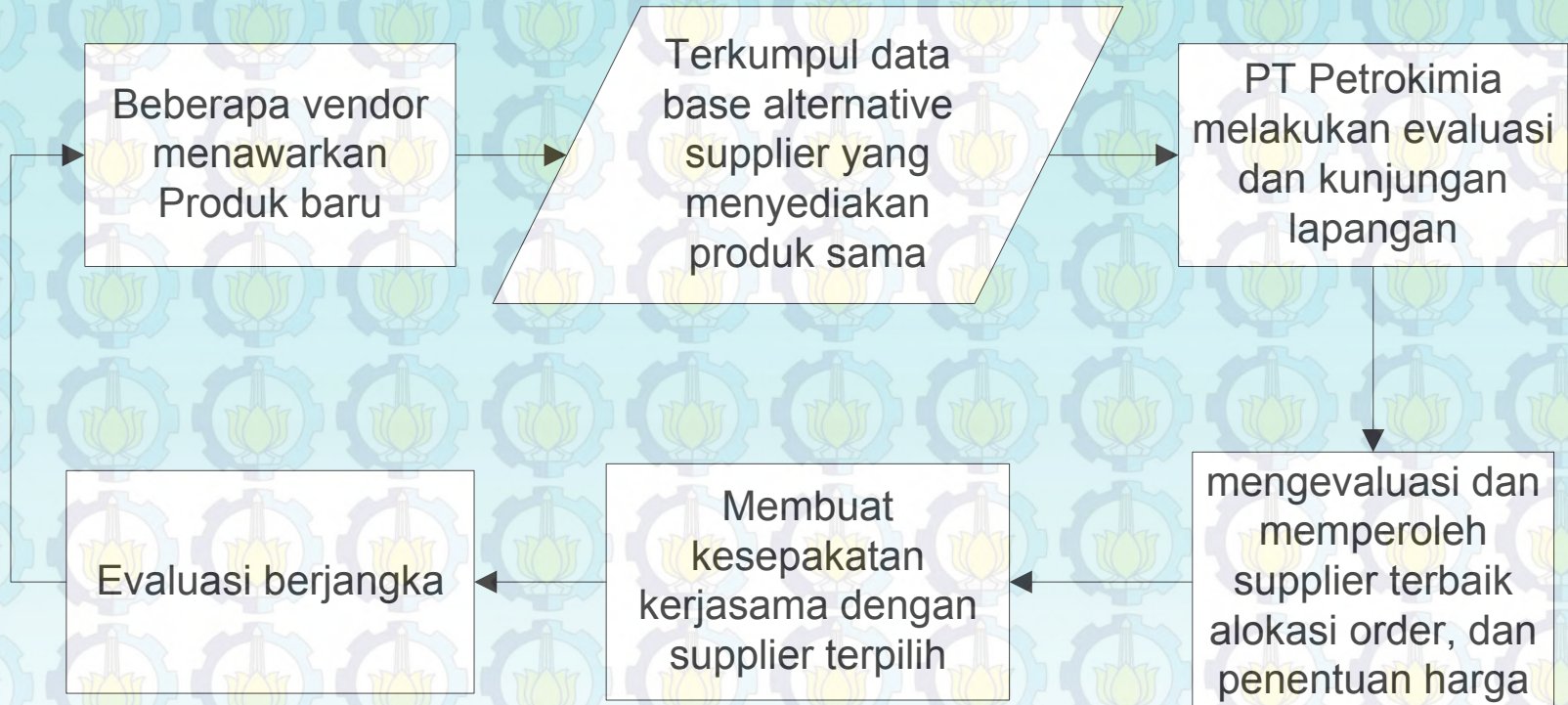
Prioritas supplier terbaik menggunakan integrasi ANP-Taguchi loss function-MCGP



# PROCUREMENT PT PETROKIMIA GRESIK



**PT. PETROKIMIA GRESIK**  
Produsen Pupuk Terlengkap di Indonesia





# MATERIAL OBJEK AMATAN



*bahan baku kimia utama* pupuk seperti *ammonia, asam sulfat dan asam fosfat* bisa dimasukkan kategori material rawan dampak lingkungan karena dalam prosesnya bahan baku tersebut membutuhkan standar keamanan penanganan khusus, *material safety data sheet (MSDS)*

Karena standar penanganan yang tinggi ditambah lagi sumber daya alam yang terbatas sehingga *jumlah vendor pun terbatas bahkan pelaku tunggal*. Oleh karena itu tidak dilakukan pemilihan secara periodik melainkan *kerjasama kontrak jangka panjang*.



# TERPILIH BAHAN PENOLONG KAPUR AKTIF CAO 70%

- banyak *vendor* yang bersaing untuk menyediakan bahan baku berkualitas dengan pelayanan terbaik
- material tersebut yang digunakan untuk proses pengolahan limbah produksi. sehingga kualitas kapur aktif harus baik.
- Kapur aktif termasuk material hasil tambang



Diperoleh Alternatif supplier : K3PG, Ladang Hijau, Melirang Mukti W, Sawunggaling dan Sidorejo.



# KRITERIA SUBKRITERIA PERFORMANSI

Hasil identifikasi kriteria dari jurnal dan penelitian green procurement kemudian disesuaikan dengan kondisi di PT petrokimia Gresik

Divalidasi kembali kepada departemen pengadaan dan PGM

Dihasilkan subkriteria C3 tidak sesuai untuk supplier Kapur aktif

Kriteria	Subkriteria
Finansial (B)	Harga Penawaran (B1)
	Kondisi finansial (B2)
Lingkungan (C)	<i>Green Process</i> (proses produksi yang ramah)
	Teknologi dan fasilitas pengolahan limbah (C2)
	Environment management (ISO 14001) (C3)
Kualitas (D)	Kesesuaian MSDS dan spesifikasi (D1)
	<i>Quality Assurance</i> untuk produk dengan kualitas rendah (D2)
Organisasi (E)	Reputasi <i>Supplier</i> (E1)
	Kapabilitas daya organisasi (E2)
Pelayanan (F)	Kapasitas produksi (F1)
	Ketepatan waktu pengiriman (F2)
	<i>Flexibility</i> (F3)



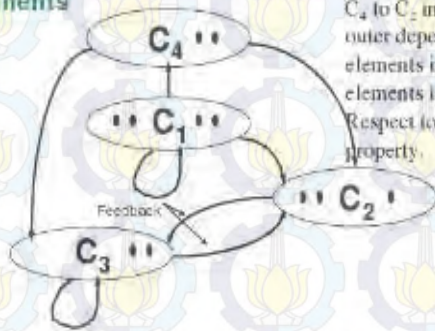
# PEMBOBOTAN ANP

- ✖ Metode ANP digunakan untuk mengetahui bobot dari masing-masing subkriteria dan alternatif
- ✖ Pembobotan dilakukan dengan **expert judgement** melalui kuisisioner ***paiwise comparison***
- ✖ Permodelan dan Pengolahan data dilakukan dengan software ***super decision***



# HUBUNGAN ANTAR SUBKRITERIA

## Feedback Network with Components having Inner and Outer Dependence among Their Elements



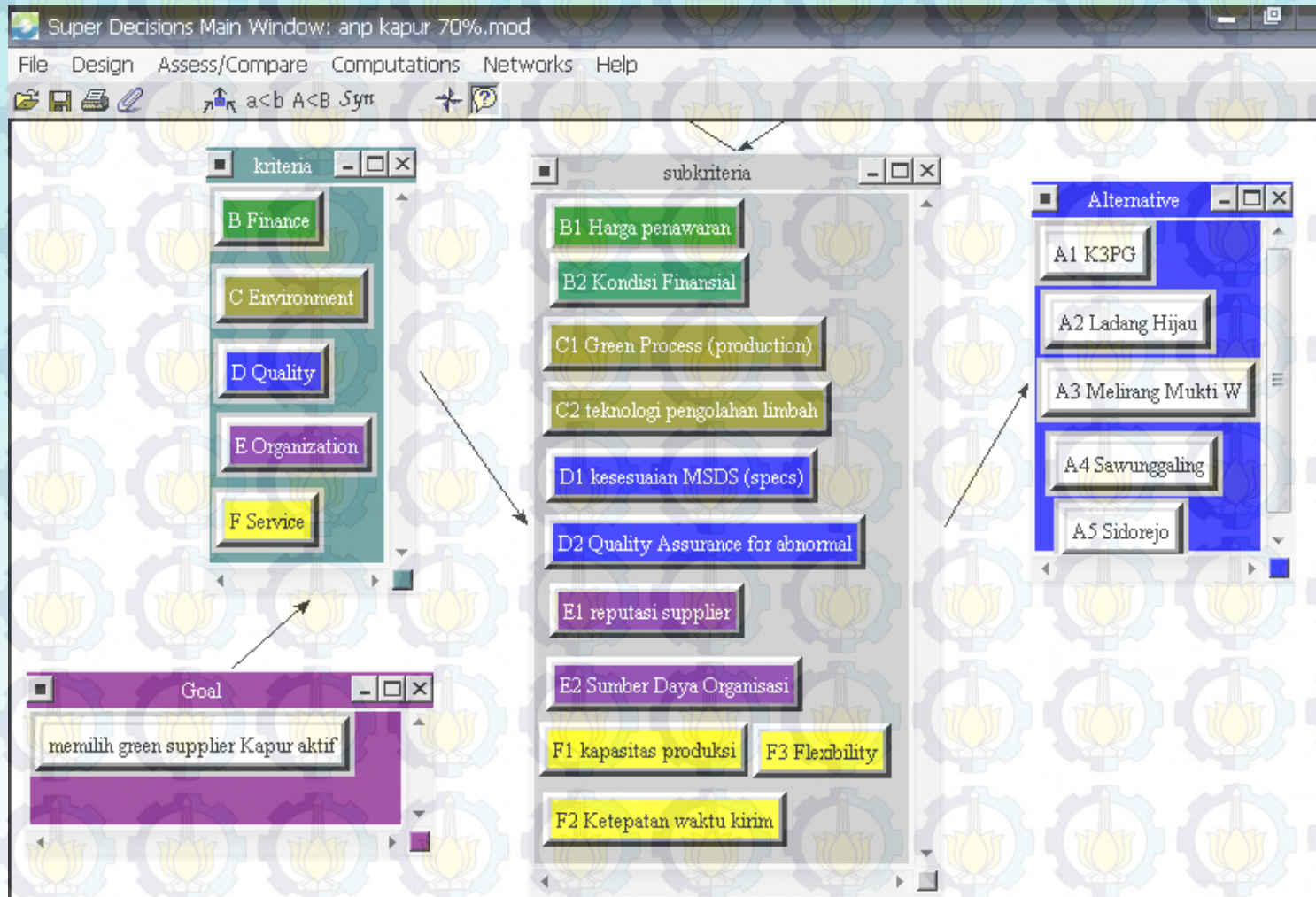
Are from component  $C_4$  to  $C_1$  indicates the outer dependence of elements in  $C_1$  on the elements in  $C_4$  with respect to a common property.

Loop in a component indicates inner dependence of the elements in that component with respect to a common property.

Kriteria/ cluster	Subkriteria	Inner cluster	Inter cluster
Finansial	Harga penawaran		Green Process (production)
			kesesuaian MSDS (specs)
			Reputasi supplier
			Kapasitas produksi
Lingkungan	Kondisi finansial	Harga penawaran	Ketepatan waktu kirim
			Reputasi supplier
			Kapasitas produksi
Kualitas	Green Process (production)	teknologi pengolahan limbah	kesesuaian MSDS (specs)
			Reputasi supplier
			Kapasitas produksi
			Harga penawaran
Organisasi	kesesuaian MSDS (specs)	kesesuaian MSDS (specs)	Kapasitas produksi
			Green Process (production)
			Green Process (production)
			Flexibility
Pelayanan	Reputasi supplier	Kondisi finansial	Kondisi finansial
			Green Process (production)
			teknologi pengolahan limbah
			kesesuaian MSDS (specs)
Pelayanan	Sumber Daya Organisasi	Reputasi supplier	Ketepatan waktu kirim
			Kondisi finansial
			teknologi pengolahan limbah
			Kapasitas produksi
Pelayanan	Kapasitas produksi	Kapasitas produksi	Green Process (production)
			Sumber Daya Organisasi
			Kondisi finansial
			kesesuaian MSDS (specs)
Pelayanan	Ketepatan waktu kirim	Kapasitas produksi	Quality Assurance for abnormal
Pelayanan	Flexibility	Ketepatan waktu kirim	Kondisi finansial



# MODEL PEMILIHAN SUPPLIER





# PAIRWISE COMPARISON ANTAR SUBKRITERIA

No	Comparisons wrt "B1 Harga penawaran" node in "subkriteria" cluster																		
1	C1 Green Process (production)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D1 kesesuaian MSDS (specs)
2	C1 Green Process (production)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E1 reputasi supplier
3	C1 Green Process (production)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F1 kapasitas produksi
4	C1 Green Process (production)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F2 Ketepatan waktu kirim
5	D1 kesesuaian MSDS (specs)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E1 reputasi supplier
6	D1 kesesuaian MSDS (specs)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F1 kapasitas produksi
7	D1 kesesuaian MSDS (specs)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F2 Ketepatan waktu kirim
8	E1 reputasi supplier	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F1 kapasitas produksi
9	E1 reputasi supplier	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F2 Ketepatan waktu kirim
10	F1 kapasitas produksi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F2 Ketepatan waktu kirim

No	Comparisons wrt "B2 Kondisi Finansial" node in "subkriteria" cluster																		
1	B1 Harga penawaran	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E1 reputasi supplier
2	B1 Harga penawaran	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F1 kapasitas produksi
3	E1 reputasi supplier	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F1 kapasitas produksi

No	Comparisons wrt "C1 Green Process (production)" node in "subkriteria" cluster																		
1	C2 teknologi pengolahan limbah	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D1 kesesuaian MSDS (specs)

Kriteria/ cluster	Subkriteria	Inner cluster	Inter cluster
Finansial	Harga penawaran		Green Process (production)
			kesesuaian MSDS (specs)
			Reputasi supplier
			Kapasitas produksi
	Kondisi finansial	Harga penawaran	Ketepatan waktu kirim
			Reputasi supplier
Lingkungan	Green Process (production)	teknologi pengolahan limbah	Kapasitas produksi
	teknologi pengolahan limbah		kesesuaian MSDS (specs)
			Reputasi supplier



# PAIRWISE COMPARISON SUBKRITERIA DENGAN ALTERNATIF

No	Comparisons wrt "B1 Harga penawaran" node in "Alternative" cluster																		
1	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2 Ladang Hijau
2	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Mukti W
3	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
4	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
5	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Mukti W
6	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
7	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
8	A3 Melirang Mukti W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
9	A3 Melirang Mukti W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
10	A4 Sawunggaling	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo

No	Comparisons wrt "B2 Kondisi Finansial" node in "A Alternative" cluster																		
1	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2 Ladang Hijau
2	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Mukti W
3	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
4	A1 K3PG	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
5	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3 Melirang Mukti W
6	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
7	A2 Ladang Hijau	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
8	A3 Melirang Mukti W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4 Sawunggaling
9	A3 Melirang Mukti W	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo
10	A4 Sawunggaling	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5 Sidorejo



# MATRIX GABUNGAN PADA SUPER DECISION

Comparisons wrt "B1 Harga penawaran" node in "subkriteria" ...

File Computations Misc Help

Graphic Verbal Matrix Questionnaire

Comparisons wrt "B1 Harga penawaran" node in "subkriteria" cluster  
D1 kesesuaian MSDS (specs) is 2.73 times more important than C1 Green Process (prod

Inconsistency	kesesuaian MSD (specs)	L reputasi suppli	F1 kapasitas produksi	Ketepatan wak kirim
1 Green Process (roduction)	↑ 2.73	← 2.31	↑ 2.6	↑ 3.92
kesesuaian MSD (specs)		← 3.92	← 2.73	← 2.0
L reputasi suppli			↑ 3.92	↑ 7.25
F1 kapasitas produksi				↑ 3.23

Pairwise comparison subkriteria dengan alternatif

Pairwise comparison antar subkriteria

Comparisons wrt "B1 Harga penawaran" node in "Alternative" ...

File Computations Misc Help

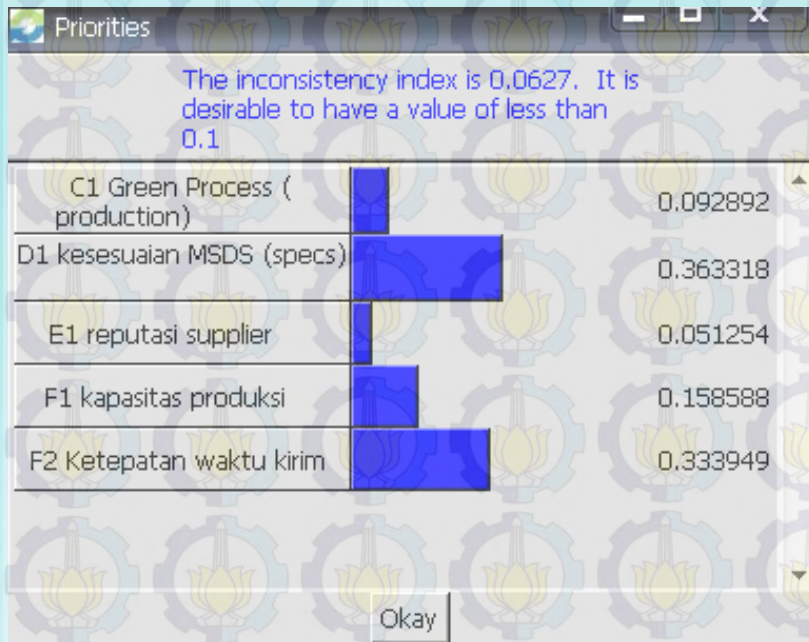
Graphic Verbal Matrix Questionnaire

Comparisons wrt "B1 Harga penawaran" node in "Alternative" cluster  
A2 Ladang Hijau is 2.4402 times more important than A1 K3PG

Inconsistency	2 Ladang Hijau	Melirang Mukti	Sawunggaling	5 Sidorejo
1 K3PG	↑ 2.4402	← 1.81	↑ 2.14	↑ 4.65
2 Ladang Hijau		← 2.06	← 1.26	↑ 3.23
Melirang Mukti			↑ 1.44	↑ 5.05
Sawunggaling				↑ 2.97

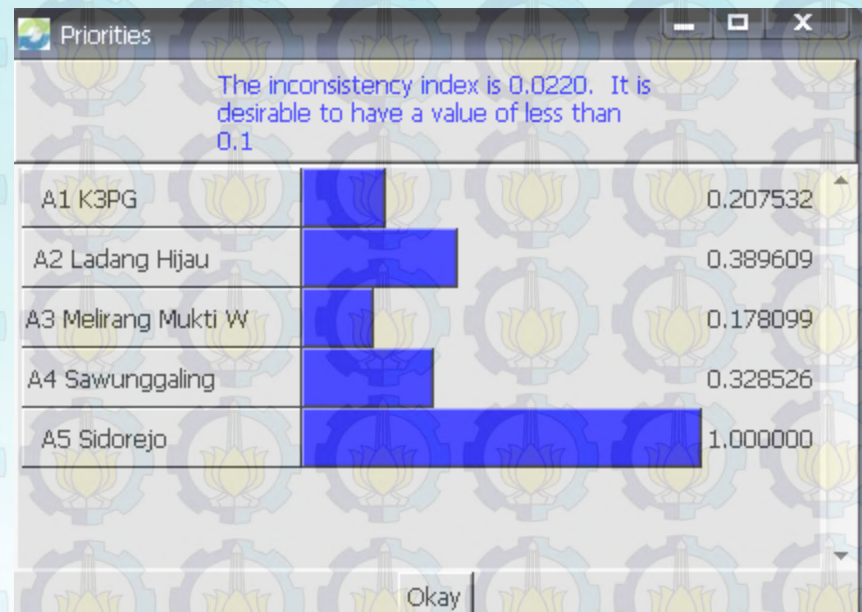


# UJI KONSISTENSI DAN LOCAL PROIRITY



Pairwise comparison  
antar subkriteria

Pairwise comparison  
subkriteria dengan alternatif





# BOBOT SUBKRITERIA

Bobot terbesar terletak pada ***kapasitas produksi*** dengan 0.2516 kemudian ***green process*** sebesar 0.23522 serta ***kesesuaian MSDS*** dengan 0.2214

Super Decisions Main Window: anp kapur 70%.mod: Priorities

Here are the priorities.

No Icon	B1 Harga penawaran	0.06398	0.031992
No Icon	B2 Kondisi Finansial	0.06872	0.034358
No Icon	C1 Green Process (production)	0.23522	0.117608
No Icon	C2 teknologi pengolahan limbah	0.07746	0.038728
No Icon	D1 kesesuaian MSDS (specs)	0.22143	0.110716
No Icon	D2 Quality Assurance for abnormal	0.00752	0.003761
No Icon	E1 reputasi supplier	0.02145	0.010724
No Icon	E2 Sumber Daya Organisasi	0.02308	0.011542
No Icon	F1 kapasitas produksi	0.25160	0.125799
No Icon	F2 Ketepatan waktu kirim	0.02879	0.014394
No Icon	F3 Flexibility	0.00075	0.000377

Okay Copy Values



# LIMITING MATRIX DAN BOBOT ALTERNATIF

	memilih~	B Finan~	C Envir~	D Quali~	E Organ~	F Servi~	B1 Harg~	B2 Kond~	C1 Gree~	C2 tekn~	D1 kes~
A1 K3PG	0.15416	0.15416	0.15416	0.15416	0.15416	0.15416	0.15416	0.15416	0.15416	0.15416	0.15416
A2 Lada~	0.03255	0.03255	0.03255	0.03255	0.03255	0.03255	0.03255	0.03255	0.03255	0.03255	0.03255
A3 Meli~	0.19111	0.19111	0.19111	0.19111	0.19111	0.19111	0.19111	0.19111	0.19111	0.19111	0.19111
A4 Sawu~	0.08073	0.08073	0.08073	0.08073	0.08073	0.08073	0.08073	0.08073	0.08073	0.08073	0.08073
A5 Sido~	0.04146	0.04146	0.04146	0.04146	0.04146	0.04146	0.04146	0.04146	0.04146	0.04146	0.04146
memilih~	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
B Finan~	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
C Envir~	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
D Quali~	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
E Organ~	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
F Servi~	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
B1 Harg~	0.03199	0.03199	0.03199	0.03199	0.03199	0.03199	0.03199	0.03199	0.03199	0.03199	0.03199
B2 Kond~	0.03436	0.03436	0.03436	0.03436	0.03436	0.03436	0.03436	0.03436	0.03436	0.03436	0.03436
C1 Gree~	0.11761	0.11761	0.11761	0.11761	0.11761	0.11761	0.11761	0.11761	0.11761	0.11761	0.11761
C2 tekn~	0.03873	0.03873	0.03873	0.03873	0.03873	0.03873	0.03873	0.03873	0.03873	0.03873	0.03873
D1 kese~	0.11072	0.11072	0.11072	0.11072	0.11072	0.11072	0.11072	0.11072	0.11072	0.11072	0.11072
D2 Qual~	0.00376	0.00376	0.00376	0.00376	0.00376	0.00376	0.00376	0.00376	0.00376	0.00376	0.00376
E1 repu~	0.01072	0.01072	0.01072	0.01072	0.01072	0.01072	0.01072	0.01072	0.01072	0.01072	0.01072
E2 Sumb~	0.01154	0.01154	0.01154	0.01154	0.01154	0.01154	0.01154	0.01154	0.01154	0.01154	0.01154
F1 kapa~	0.12580	0.12580	0.12580	0.12580	0.12580	0.12580	0.12580	0.12580	0.12580	0.12580	0.12580
F2 Kete~	0.01439	0.01439	0.01439	0.01439	0.01439	0.01439	0.01439	0.01439	0.01439	0.01439	0.01439
F3 Flex~	0.00038	0.00038	0.00038	0.00038	0.00038	0.00038	0.00038	0.00038	0.00038	0.00038	0.00038

Here are the overall synthesized priorities for the alternatives. You synthesized from the network Super Decisions Main Window: anp kapur 70%.mod

Name	Graphic	Ideals	Normals	Raw
A1 K3PG	<div></div>	0.806667	0.308320	0.154160
A2 Ladang Hijau	<div></div>	0.170311	0.065095	0.032548
A3 Melirang Mukti W	<div></div>	1.000000	0.382215	0.191107
A4 Sawunggaling	<div></div>	0.422405	0.161449	0.080725
A5 Sidorejo	<div></div>	0.216948	0.082921	0.041460



# TAGUCHI CRITERIA LOSS

- ✘ Subkriteria performansi ada yang bersifat kuantitatif dan kualitatif. Subkriteria kuantitatif mudah teridenfitikasi nilai kerugiannya dan sebaliknya subkriteria kualitatif sangat sulit.
- ✘ Subkriteria yang dapat diidentifikasi nilai *criteria loss*nya yaitu harga penawaran, kesesuaian MSDS dan ketepatan waktu pengiriman .



# DATA PERFORMANSI SUPPLIER

Calon supplier	Harga penawaran	target
K3PG	760000	690000
Ladang Hijau	700000	
Melirang Mukti W	780000	
Sawunggaling	730000	
Sidorejo	700000	

Calon <i>supplier</i>	<i>Leadtime</i>	target
K3PG	4	3-7 hari
Ladang Hijau	6	
Melirang Mukti W	5	
Sawunggaling	5	
Sidorejo	6	

Calon <i>supplier</i>	Kandungan CAO					Rata	target
K3PG	68.03	77.73	81.57	80.54	73	76.17	Min 70% - 80%
Ladang Hijau	72	81.2	65.6	76.4	72.1	73.4	
M MW	83.3	69.35	77.1	80.23	78.5	77.7	
Sawunggaling	79.62	72.75	74.36	79.23	76.8	76.56	
Sidorejo	71.87	65.43	72.26	79.13	70.7	71.8	

Calon supplier	Kapasitas Produksi/ Ton
K3PG	40
Ladang Hijau	20
Melirang MW	40
Sawunggaling	10
Sidorejo	15



# SERVICE FACTOR RATING (SFR)

- ✖ Sementara itu subkriteria yang tidak dapat ditentukan nilai kerugian secara finansial, Monczka dan Trecha (1988) serta Liao dan Kao(2010) merekomendasikan penggunaan *service factor rating* atau SFR



# SFR TIAP SUBKRITERIA

Calon supplier	performansi	target
K3PG	80	70-100%
Ladang Hijau	65	
Melirang Mukti W	85	
Sawunggaling	75	
Sidorejo	60	

*Green  
process*

*Sumber daya  
organisasi*

Calon supplier	performansi	target
K3PG	90	80-100%
Ladang Hijau	76	
Melirang Mukti W	90	
Sawunggaling	80	
Sidorejo	75	

Calon supplier	performansi	target
K3PG	80	70-100%
Ladang Hijau	70	
Melirang Mukti W	82	
Sawunggaling	78	
Sidorejo	70	

*Teknologi  
pengolah  
limbah*

*Quality  
Assurance*

Calon supplier	performansi	target
K3PG	90	75-100%
Ladang Hijau	70	
Melirang Mukti W	86	
Sawunggaling	80	
Sidorejo	80	

Calon supplier	performansi	target
K3PG	95	70-100%
Ladang Hijau	70	
Melirang Mukti W	90	
Sawunggaling	85	
Sidorejo	70	

*Kondisi  
finansial*

*Flexibility*

Calon supplier	performansi	target
K3PG	85	80-100%
Ladang Hijau	70	
Melirang Mukti W	88	
Sawunggaling	80	
Sidorejo	75	

Calon supplier	performansi	target
K3PG	90	75-100%
Ladang Hijau	80	
Melirang Mukti W	95	
Sawunggaling	86	
Sidorejo	75	

*Reputasi supplier*



# MENGHITUNG CRITERIA LOSS

$$L(y) = k \cdot (y)^2, \quad k = A/\Delta^2, \text{ smaller is better}$$

$$L(y) = k/y^2, \quad k = A\Delta^2, \text{ larger is better}$$

**K** adalah koefisien rata rata kerugian atau nilai penalti diakibatkan oleh ketidaksesuaian pencapaian kriteria tertentu

**Y** adalah performansi tiap *supplier*

Subkriteria	Koefisien kerugian atau penalti (K)
Harga penawaran	Rp. 100,000.-
kapasitas produksi	tidak teridentifikasi loss secara finansial
Kesesuaian MSDS	Biaya kualitas diasumsikan 10% harga material Rp 69.000,-
Ketepatan waktu kirim	biaya transportasi Rp. 300.000,-
SFR	Tidak teridentifikasi loss secara finansial

calon supplier	Harga penawaran	Kesesuaian MSDS	ketepatan waktu kirim
K3PG	Rp 5,217.00	Rp 54,799.80	Rp 18,750.00
Ladang Hijau	Rp 1,450.00	Rp 61,180.00	Rp 168,750.00
Melirang Mukti W	Rp 5,217.00	Rp 51,290.00	Rp 18,750.00
Sawunggaling	Rp 5,217.00	Rp 53,912.00	Rp 75,000.00
Sidorejo	Rp 1,450.00	Rp 64,860.00	Rp 168,750.00



# KOMPUTASI MCGP

Fungsi tujuan MCGP **meminimalkan deviasi antara nilai target perusahaan pada pencapaian kriteria dengan nilai performansi masing-masing supplier**.  $d^+$  dan  $d^-$  sebagai deviasi positif dan negatif dari pencapaian target kriteria

## Objective Function

Subkriteria	Sifat Deviasi	Fungsi Tujuan : Minimasi
harga penawaran	less the better	0.063 D1P
kesesuaian MSDS	less the better	0.221 D2P
kapasitas produksi	more the better	0.251 D3M
ketepatan waktu kirim	less the better	0.028 D4P
green process	more the better	0.235 D5M
teknologi pengolahan limbah	more the better	0.077 D6M
kondisi finansial	more the better	0.068 D7M
sumber daya organisasi	more the better	0.023 D8M
quality assurance	more the better	0.007 D9M
flexibility	more the better	0.001 D10M
reputasi supplier	more the better	0.021 D11M



# SUBJECT TO :

✗ Fungsi pembatas merupakan performansi tiap suplier terhadap pencapaian target masing-masing subkriteria yang dinyatakan dalam bentuk nilai kerugian (*Taguchi loss function*) atau nilai SFR.

✗ *supplier* diwakili dengan simbol  $X_i$  dengan  $i$  sama dengan 1 sampai 5 dengan urutan *supplier*: K3PG, Ladang Hijau, Melirang MW, Sawunggaling dan Sidorejo



# SUBJECT TO :

Criteria loss

Subkriteria	Sifat Deviasi	Nilai Target $y_i$	Fungsi pembatas ( $fx_i - d_{in} + d_{im} = y_i$ )
harga penawaran	less the better	Nilai terendah	$5217X_1 + 1450X_2 + 5217X_3 + 5217X_4 + 1450X_5 - D1P + D1M = 1450$
kesesuaian MSDS	less the better	Nilai terendah	$54779X_1 + 61180X_2 + 51290X_3 + 53912X_4 + 64860X_5 - D2P + D2M = 51290$
kapasitas produksi	more the better	Nilai tertinggi	$2 + 40X_3 + 10X_4 + 15X_5 - D3P + D3M = 40$
ketepatan waktu kirim	less the better	Nilai terendah	$18750X_1 + 168750X_2 + 18750X_3 + 75000X_4 + 168750X_5 - D4P + D4M = 18750$
green process	more the better	100%	$80X_1 + 65X_2 + 85X_3 + 75X_4 + 60X_5 - D5P + D5M = 100$
teknologi pengolahan limbah	more the better	100%	$80X_1 + 70X_2 + 82X_3 + 78X_4 + 70X_5 - D6P + D6M = 100$
kondisi finansial	more the better	100%	$95X_1 + 70X_2 + 90X_3 + 85X_4 + 70X_5 - D7P + D7M = 100$
sumber daya organisasi	more the better	100%	$90X_1 + 76X_2 + 90X_3 + 80X_4 + 75X_5 - D8P + D8M = 100$
quality assurance	more the better	100%	$90X_1 + 70X_2 + 86X_3 + 80X_4 + 80X_5 - D9P + D9M = 100$
flexibility	more the better	100%	$85X_1 + 70X_2 + 90X_3 + 80X_4 + 75X_5 - D10P + D10M = 100$
reputasi supplier	more the better	100%	$90X_1 + 80X_2 + 95X_3 + 86X_4 + 75X_5 - D11P + D11M = 100$

Nilai SFR



# CONSTRAIN JUMLAH SUPPLIER

!memilih supplier optimal jika diinginkan satu supplier terbaik

✗  $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 = 1$

!memilih supplier optimal jika diinginkan dua supplier terbaik

✗  $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 = 2$

!memilih supplier optimal jika diinginkan tiga supplier terbaik

✗  $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 = 3$



# INPUT LINDO

!fungsi tujuan minimasi deviasi pencapaian supplier pada kriteria  
 $\text{MIN } 0.063D1P+0.221D2P+0.251D3N+0.028D4P+0.235D5N$   
 $+0.077D6N+0.068D7N+0.023D8N+0.007D9N+0.001D10N +0.021D11N$

!konstrain / pencapaian supplier  
SUBJECT TO

!minimasi harga penawaran

$$5217X1+1450X2+5217X3+5217X4+1450X5-D1P+D1M=1450$$

!minimasi kesesuaian MSDS

$$54799X1+61180X2+51290X3+53912X4+64860X5-D2P+D2N=51290$$

!maksimasi kapasitas

$$40X1+20X2+40X3+10X4+15X5-D3P+D3N=40$$

!minimasi leadtime pengiriman

$$18750X1+168750X2+75000X3+75000X4+168750X5-D4P+D4N=18750$$

!maksimasi SFR *green process*

$$80X1+65X2+85X3+75X4+60X5-D5P+D5N=100$$

!maksimasi SFR teknologi pengolahan limbah

$$80X1+70X2+82X3+78X4+70X5-D6P+D6N=100$$

!maksimasi SFR kondisi finansial

$$95X1+70X2+90X3+85X4+70X5-D7P+D7N=100$$

!maksimasi SFR sumber daya organisasi

$$90X1+76X2+90X3+80X4+75X5-D8P+D8N=100$$



# INPUT LINDO

!maximasi SFR quality assurance

$$90X1+70X2+86X3+80X4+80X5-D9P+D9N=100$$

!maximasi SFR flexibility

$$85X1+70X2+90X3+80X4+75X5-D10P+D10N=100$$

!maximasi SFR reputasi supplier

$$90X1+80X2+95X3+86X4+75X5-D11P+D11N=100$$

!memilih supplier optimal jika diinginkan satu supplier terbaik

$$X1+X2+X3+X4+X5=1$$

!memilih supplier optimal jika diinginkan dua supplier terbaik

$$X1+X2+X3+X4+X5=2$$

!memilih supplier optimal jika diinginkan tiga supplier terbaik

$$X1+X2+X3+X4+X5=3$$

$$X1,2,3,4,5 \geq 0$$

$$D1P \dots D11P \geq 0$$

$$D1M, \dots D11N \geq 0$$

END

int X1

int X2

int X3

int X4

int X5



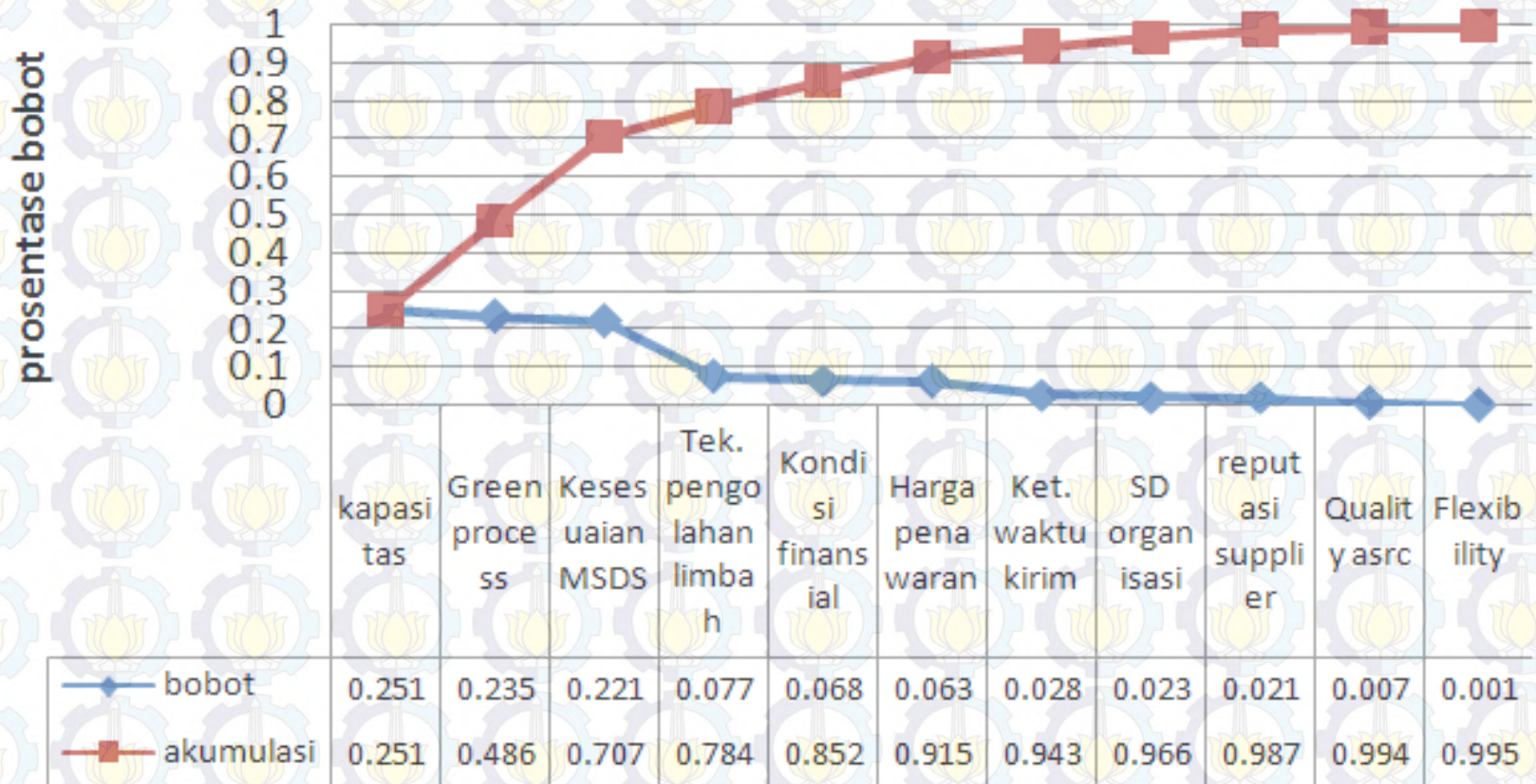
# OUTPUT SUPPLIER TERBAIK

Kondisi	Solusi optimal	Objective Value
Supplier tunggal	X3	243.3550
Dua supplier	X3-X1	13197.15
Tiga supplier	X3-X1-X4	27540.38

Diperoleh X3 yaitu Melirang MW (243.35) sebagai prioritas pertama *supplier* terbaik kemudian X1 yaitu K3PG (1015.50) sebagai prioritas kedua serta X4 yaitu Sawunggaling (2408.81 ) prioritas ketiga.



# ANALISIS BOBOT PENGARUH SUBKRITERIA





# ALTERNATIF SUPPLIER DUA PENDEKATAN

Here are the overall synthesized priorities for the alternatives. You synthesized from the network Super Decisions Main Window: anp kapur 70%.mod

Name	Graphic	Ideals	Normals	Raw
A1 K3PG	<div></div>	0.806667	0.308320	0.154160
A2 Ladang Hijau	<div></div>	0.170311	0.065095	0.032548
A3 Melirang Mukti W	<div></div>	1.000000	0.382215	0.191107
A4 Sawunggaling	<div></div>	0.422405	0.161449	0.080725
A5 Sidorejo	<div></div>	0.216948	0.082921	0.041460

Pembobotan ANP

Ranking	Solusi optimal	deviasi kerugian
1	Melirang MW	243.35
2	K3PG	1015.50
3	Sawunggaling	2408.81

Integrasi ANP-  
Taghuci loss  
-MCGP



# PERBANDINGAN DUA PENDEKATAN METODE

- ✗ komputasi MCGP terintegrasi mempunyai solusi *supplier* sama dengan hasil alternatif model ANP saja karena kedua metode menggunakan parameter penilaian dan pembobotan yang sama.
- ✗ Namun MCGP terintegrasi mempunyai kelebihan yaitu ***dapat mengetahui potensi nilai kerugian secara finansial*** akibat perbedaan atau deviasi yang terjadi antara nilai target dengan nilai performansi subkriteria



# KESIMPULAN

- ✘ Kriteria-subkriteria Valid berbasis *green* untuk pemilihan *supplier* material Kapur aktif CAO 70% antara lain harga penawaran dan kondisi finansial, *green process* dan teknologi pengolahan limbah, kesesuaian MSDS dan spesifikasi dan *quality assurance*, reputasi *supplier* dan sumber daya organisasi, kapasitas produksi, ketepatan waktu kirim serta *flexibility*.
- ✘ Dengan menggunakan *pairwise comparison* ANP diperoleh bobot subkriteria antara lain kapasitas produksi (0.251), *green process* (0.235), kesesuaian msds (0.221), teknologi pengolahan limbah (0.077), kondisi finansial (0.068), harga penawaran (0.063), ketepatan waktu kirim (0.028), sumber daya organisasi (0.023), reputasi *supplier* (0.021), *quality assurance* (0.007) dan *flexibility* (0.001).



# KESIMPULAN

- ✖ Subriteria **harga penawaran, kesesuaian MSDS dan ketepatan waktu pengiriman** dapat diidentifikasi nilai *criteria loss*nya. Sementara itu untuk subkriteria yang tidak dapat ditentukan nilai kerugian secara finansial digunakan *service factor rating* (SFR).
- ✖ Menggunakan model ANP diperoleh prioritas *supplier* terbaik antara lain lain **Melirang MW sebesar 0.3822, K3PG dengan bobot sebesar 0.3083, Sawunggaling sebesar 0.1614, Sidorejo dengan bobot 0.0825 dan ladang hijau sebesar 0.065.**
- Menggunakan komputasi MCGP terintegrasi Bobot subkriteria ANP dan *taguchi loss function* diperoleh prioritas *supplier* terbaik yang sama yaitu Melirang MW, K3PG dan Sawunggaling dengan deviasi kerugian 243.35, **1015.50, dan 2408.81**



# SARAN

- ✗ Identifikasi kriteria dan subkriteria sebaiknya disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi perusahaan serta karakteristik dari material itu sendiri.
- ✗ Konsep *taguchi loss function* menjadi perlu untuk diintegrasikan disaat perusahaan ingin mengetahui potensi nilai kerugian secara finansial akibat perbedaan atau deviasi yang terjadi antara nilai target dengan nilai performansi subkriteria .
- ✗ Adanya penelitian lebih lanjut untuk pemilihan *supplier* pada material yang benar benar memiliki resiko tinggi terhadap lingkungan hidup sehingga kriteria *green procurement* menjadi prioritas yang utama



# DAFTAR PUSTAKA



- Arifiansyah (2007). *Aplikasi metode Fuzzy Multi Criteria Decision making ( MCDM) dan promethee dalam pemilihan supplier terbaik produksi plastik Mold Container ( PT Unilever Tbk)*. Tugas Akhir Teknik Industri ITS
- Amy H.I, Lee. He-Yau, Kang. Chang-Fu, Hsu. Hsiao-Chu, Hun. (2009) . *A green supplier selection model for high-tech industry*. *Expert Systems with Applications* 36 7917–7927.
- Bay, Chunguang. Sarkis, Joseph. (2009). *Integrating sustainability into supplier selection with grey system and rough set methodologies*.
- Chen , Yuh-Jen. (2010). *Structured methodology for supplier selection and evaluation in a supply chain*. *Information Sciences*.
- Chin Nung, Liao. hsing Pei, Kao. (2010). *Supplier selection model using Taguchi Loss Function, analytical Hierarchy process, and muliti Choice Goal programming*. *Computers & Industrial Engineering* 58 571-577.
- Chia-Wei, Hsu. Allen H, Hu (2009) .*Applying hazardous substance management to supplier selection using analytic network process*. *Journal of Cleaner Production* 17 255–264.
- Celebi, Dilay. Bayraktar, Demet. Bingol, Levent. (2010). *Analytical Network Process for logistics management: A case study in a small electronic appliances manufacturer*. *Computers & Industrial Engineering* 58 432–441.
- Deans . (1999). *An Approach To He Environmental Management Of Purchasing In The Utilities Sector*. *Eco Manage* 6 11-17
- Gencer ,Cevriye. Gurpinar, Didem. (2007). *Analytic network process in supplier selection: A case study in an electronic firm*. *Applied Mathematical Modelling* 31 2475-2486
- Ho, William. Xu, Xiaowei. Dey, Prasanta K. (2010). *Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection:A literature review*. *European Journal of Operational Research* 202 16–24.
- Hidayat, Husnul. (2008). *Penggunaan pendekatan Metode Grey based Rough set untuk pengambiln keputusan dalam pemilihan supplier*. Tugas Akhir Teknik Industri ITS
- Kuo R.J, . Wang Y.C. Tien F.C ( 2010) *Integration Of Artificial Neural Network And Mada Methods For Green Supplier selection*. *Journal of cleAner production* 18, 1161-1170



# DAFTAR PUSTAKA



- Murtini, Nurul Budi. (2010). *Pemilihan supplier menggunakan metode Fuzzy Data Envelopment Analysis (DEA) (PT Elba Fitrah Mandiri Sejahtera Surabaya)*. Tugas Akhir Teknik Industri ITS.
- Negoro, Yanuar Pandu. (2008). *Pemilihan supplier dan alokasi pemesanan dengan menggunakan metode fuzzy ANP dan goal programming (PT petro Kimia Gresik)*. Tugas Akhir Teknik Industri ITS.
- Ninlawan C., Seksan P., Tossapol K. Pilada w. (2010). *The implementation of green supply chain Management practices in electronics industry*. IMECS VOL II
- P.k humphreys, y. W. (2003). *Integrating Environmental Criteria Into Supplier selection Process*. Journal Of Materials Processing Technology (138), 349-356.
- Sarkis, Josep. Zhu, Qinghua. (2006). *An Inter sectoral comparison of Green supply Chain management in China : Drivers and Practices*. Journal of Cleaner Production. 14 472-86.
- Sarkis, Josep. Zhu, Qinghua. Lai, Kee-hung. (2011). *An organizational theoretic review of green supply chain management literature*. Int. J. Production Economics 130 1-15.
- Saaty, Thomas. Saaty, Rozann W. (2003). *DECISION MAKING IN COMPLEX ENVIRONMENTS The Analytic Hierarchy Process (AHP) for Decision Making and The Analytic Network Process (ANP) for Decision Making with Dependence and Feedback*. Creative Decisions Foundation : Ellsworth Avenue.
- Taguchi et al. (2004). *Taguchi's Quality Engineering Handbook*; Edition 2004, pp. 21
- Yang Kai. El haik, Basem. (2003). *Design For Six sigma, A roadmap For Product development*. McGraw Hill : New York.
- Wang, Y.C. Tien, F.C. (2010). *Integration of artificial neural network and MADA methods for green supplier selection*
- Wei Chang Yeh, Mei Chi Chuang. (2010). *Using multi-objective genetic algorithm for partner selection in green supply chain problems*